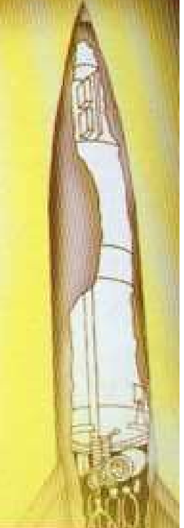
मनोविकास प्रकाशन

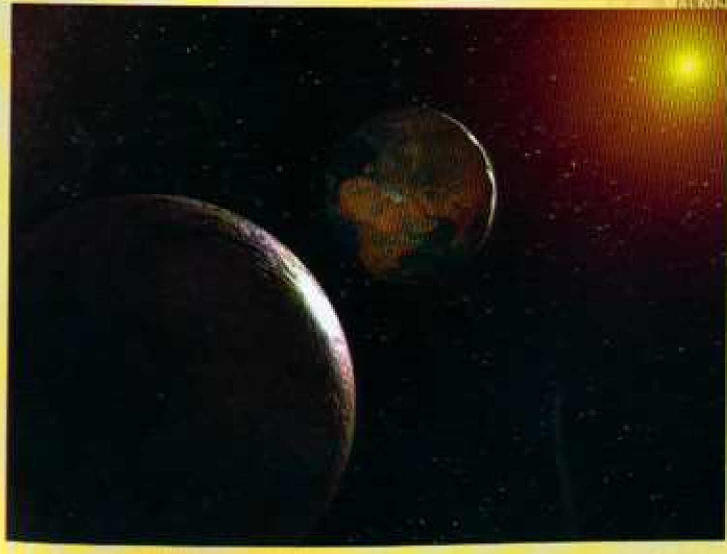
हवेत उडणारे पक्षी पाहून
माणसाला देखील आकाशात उंच भरारी
घ्यावी अशी इच्छा होणे स्वाभाविकच नाही का?
गरम हवा भरलेल्या फुग्याच्या साहाय्याने
थोडी फार उंची गाठण्याचा केलेला हा प्रयत्न
तेवढ्यावरच न थांबता, आता
अग्निबाणांच्या साहाय्याने मनुष्याला
दूरवरच्या अवकाशात घेऊन जाण्यात
यशस्वी झाला आहे.
फुग्यापासून ते कृत्रिम उपग्रह आणि
अंतराळयानापर्यंतच्या या चित्तथरारक
प्रवासातील महत्त्वाचे टप्पे
आयझॅक आसिमॉव्ह वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून
रंजकतेने समजावून देतात.

शोधांच्या कथा

अंतरिक्ष

आयझॅक आसिमॉव्ह





अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

अंतरिक्ष

आयझॅक आसिमॉव्ह
अनुवाद: सुजाता गोडबोले

मनोविकास प्रकाशन

शोधांच्या कथा
अंतरिक्ष

Shodhanchya katha
Antariksha

प्रकाशक
अरविंद घनश्याम पाटकर,
मनोविकास प्रकाशन,
फ्लॅट नं. ३ ए,
३ रा मजला, शक्ती टॉवर,
६७२ नारायण पेठ,
पुणे - ४११०३०
पुणे फोन : ०२०- ६५२६२९५०
मुंबई फोन : ०२२-६४५०३२५३
E-mail-manovikaspublication@gmail.com

© हक्क सुरक्षित

मुखपृष्ठ
गिरीश सहस्रबुद्धे

प्रथम आवृत्ती
२८ फेब्रुवारी २००८

अक्षरजुळणी
सौ. भाग्यश्री सहस्रबुद्धे, पुणे.

मुद्रक
श्री बालाजी एंटरप्राईझेस, पुणे

मूल्य
रुपये ३५

अनुक्रमणिका

१ | उड्डाण-४

२ | निर्वात पोकळी-१३

३ | अग्निबाण-२२

४ | द्रवरूप इंधनाचे अग्निबाण-३०

५ | उपग्रह आणि अंतराळयाने-४०

१ | उड्डाण

चालत, पळत, उड्या मारत, रांगत, पोहत किंवा कोलांट्या उड्या मारत माणसे एका ठिकाणाहून दुसरीकडे जातात. कसेही गेले तरी त्यांचे शरीर जवळजवळ सबंध वेळ जमिनीवरच असते. एखाद्याने जर उडी मारली तर केवळ काही सेकंदच तो हवेत असतो आणि त्यानंतर लगेच जमिनीवर परत येतो.

सर्व प्राण्यांच्या बाबतीत मात्र असे नसते. पक्षी, वटवाघुळे, कृमी, कीटक हे सर्व उडू शकतात. त्यांचे पंख हवेत वरखाली होतात. आपल्याला जसा जमिनीचा आधार असतो तसा उडत असताना त्यांना हवेचा आधार असतो.

उडण्यात केवढे तरी स्वातंत्र्य असते ना? दगड-धोंड्यातून मार्ग काढायला नको, आणि डोंगर चढायला नकोत, नद्या ओलांडायला नकोत की चिखलातून मार्ग काढायला नको. फक्त मोकळ्या हवेतून आपल्याला हव्या त्या दिशेने जायचे. आपले हात पंखासारखे पसरून आपणही पक्ष्यासारखे उडावे असे तुम्हालापण खूपदा वाटते ना?

प्राचीन काळीदेखील आपल्याला उडता यावे असे लोकांना वाटत असे. मग उड्डाणाच्या कहाण्या तयार होत असत. जादूच्या मंत्राने उडणाऱ्या गालिचाची कथा अशीच बनली. घोडेस्वाराला एका झेपेत हवेतून उडत नेणाऱ्या पंख असलेल्या घोड्याची कहाणीही लोक सांगू लागले.

प्राचीन काळातली उडण्यासंबंधीची सर्वात प्रसिद्ध कहाणी प्राचीन ग्रीक लोकांनी सुमारे २५०० वर्षांपूर्वी सांगितली. या कहाणीतल्या

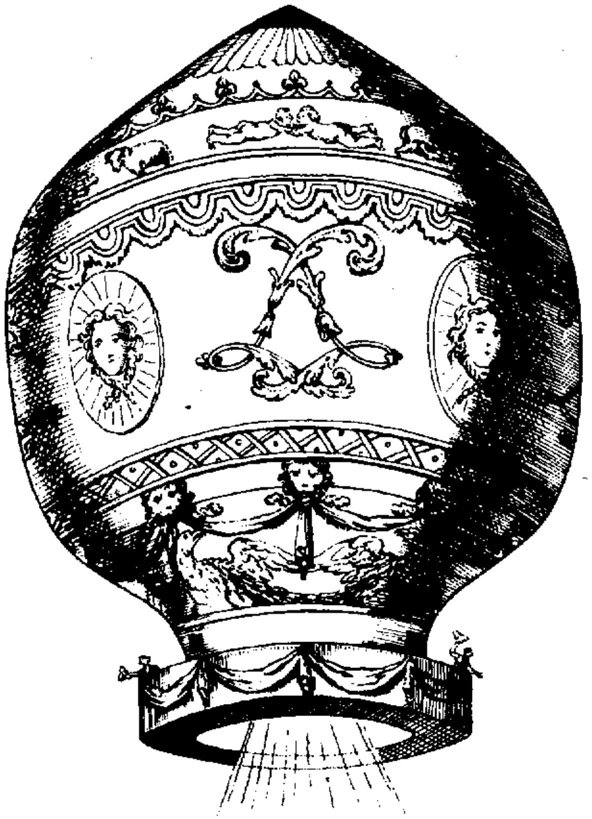
डाएडॅलस या कल्पक संशोधकाला आणि आयकॅरस या त्याच्या मुलाला क्रीट जवळच्या एका बेटावर तुरुंगवासात ठेवले होते. डाएडॅलसकडे होडी नव्हती म्हणून या बेटावरून सुटका करून घेण्यासाठी त्याने आपल्यासाठी आणि आपल्या मुलासाठी पंख बनवले. लाकडाचा एक हलका ढाचा तयार करून तो त्याने मेणाने माखला आणि त्यात पिसे चिकटवली. हे पंख वर-खाली करून तो हवेत उडू शकत होता. अशा रीतीने डाएडॅलस आणि आयकॅरस दोघेही उडत निघाले. डाएडॅलस सुमारे ८०५ किलोमीटर अंतरावर सिसिलीला पोचला, पण आयकॅरस उडण्याच्या आनंदात फारच उंच उडाला. सूर्याच्या जवळ गेल्याने सूर्याच्या उष्णतेने मेण वितळले आणि पंखातली पिसे गळून पडली, मग खाली पडून आयकॅरस मृत्यू पावला.

ही अर्थात एक अशक्य अशीच कहाणी आहे. पंखांना पिसे लावली तरीही केवळ पंख मिळाल्याने कोणी उडू शकत नाही. पंख फडफडून शरीराला हवेत उचलून पेलू शकतील इतके बळकट स्नायू असणे हे अधिक महत्त्वाचे आहे. वजन जितके अधिक तितके उडण्यासाठीचे स्नायू जास्त बळकट हवेत. प्राण्यांच्या स्नायूंचा विचार केला तर उडणारा प्राणी जास्तीत जास्त २२ किलो वजनाचा असू शकेल.

मनुष्यप्राणी आपल्या स्नायूतील ताकद वापरून स्वतःला हवेत पेलून उडू शकत नाही. घोडा उडणे तर आणखीच कठीण.

पण एखाद्या रथाला बरेचसे पक्षी जुंपले तर? प्रत्येक पक्ष्याला स्वतःच्या वजनाबरोबर थोडेसेच जादा वजन पेलावे लागेल. १६३० साली फ्रॅन्सिस गॉडविन या इंग्रज लेखकाने 'चंद्रावरचा माणूस' नावाची एक गोष्ट लिहिली. या गोष्टीतल्या धाडसी प्रवाशाने हंसासारखे मोठाले पक्षी आपल्या रथाला जुंपले. हे पक्षी हवेत उंच उडाले आणि रथात बसलेल्या माणसासकट थेट चंद्रावर पोचले. खरे तर आतापर्यंत

माँगोल्फियेर बंधूंचा 'गरम हवेचा फुगा' १७८३



कोणीच रथाला असे पक्षी जुंपण्याचा प्रयत्न केलेला नाही.

गॉडविनच्या पुस्तकानंतर जवळजवळ १५० वर्षांनी मनुष्यप्राण्याने जमिनीवरून हवेत उडण्यात यश मिळविले. हे काही जादूने किंवा हात पंखासारखे हलवून जमले नव्हते तर हवेत तरंगण्याने शक्य झाले होते.

जोसेफ माँगोल्फियेर आणि एतियेन माँगोल्फियेर या दोन फ्रेंच भावांच्या असे लक्षात आले की आगीच्या धुराबरोबर हलक्या गोष्टी हवेत वर जातात. गरम हवा ही थंड हवेपेक्षा हलकी असते. म्हणजे लाकूड जसे पाण्यातून वर येते तशीच गरम हवा थंड हवेतून वर चढेल.

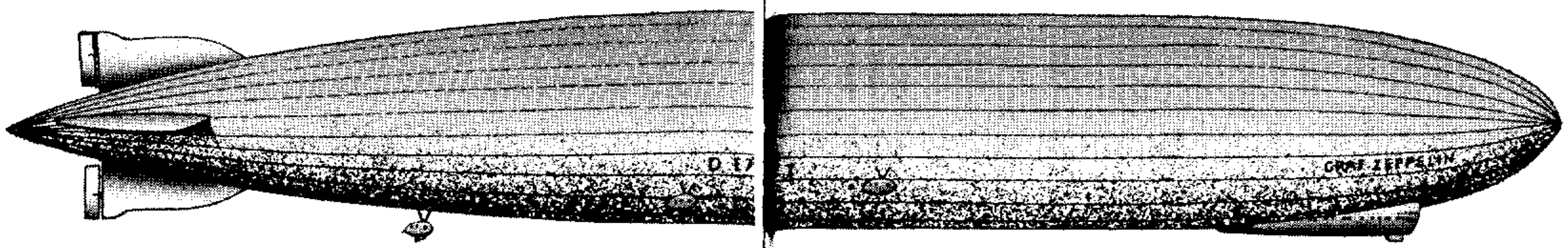
५ जून १७८३ रोजी फ्रान्समधल्या अनोने या त्यांच्या गावातल्या बाजारपेठेत या दोघा भावांनी एका मोठ्या कापडाच्या पिशवीत गरम हवा भरली. गरम हवा वर चढली आणि तिच्याबरोबर पिशवीही हवेत वर गेली, दहा मिनिटात तिने २.४ किलोमीटर इतके अंतर पार केले. तोपर्यंत गरम हवा थंड झाली आणि हा पहिला 'गरम हवेचा फुगा' परत जमिनीवर आला.

नोव्हेंबर महिन्यात या भावांनी हा गरम हवेच्या फुग्याचा प्रयोग पॅरिसमध्ये करून दाखवला. वर जाणारा हा फुगा पाहायला तीन लाख लोकांची गर्दी जमली होती. या वेळी तो ९.६ किलोमीटर दूरवर गेला.

हायड्रोजन हा वजनाने हलका असलेला वायू तेव्हा नुकताच शोधून काढण्यात आला होता. गरम हवेपेक्षा त्याचे वस्तुमान खूपच कमी होते. खरे म्हणजे याचे वस्तुमान सर्वात कमी असते. फुग्यात हायड्रोजन वायू भरावा, असे जाक चार्ल्स या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने सुचविले.

तसे करण्यात आल्यावर हायड्रोजन भरलेले फुगे, माणसे बसलेल्या मोठाल्या टोपल्या उचलून हवेत, आकाशात जाऊ लागले. १८०० च्या सुरुवातीला बऱ्याच लोकांनी असा फुग्यातून प्रवास केला. अशा तऱ्हेने प्रथमच माणसाला जमिनीच्या वर अनेक किलोमीटर हवेत जाता आले.

काउंट झेप्लिनचे 'डिरिजिबल'



फुगे फक्त वाऱ्याच्या झोतानुसारच जाऊ शकतात. समजा, या टोपलीत एखादा पंखा फिरवू शकेल, असे इंजिन बसवता आले तर? जोरात फिरणाऱ्या पंख्यामुळे, एखादी बोट जशी पाण्यात कोणत्याही दिशेला नेता येते, तसाच फुगाही कोणत्याही दिशेने जाऊ शकेल. पंख्यामुळे दिशा बदलता येणाऱ्या म्हणजेच हव्या त्या दिशेला नेता येणाऱ्या फुग्याला 'डिरिजिबल' (ज्याला हवी ती दिशा देता येते असा) असे नाव दिले गेले.

काउंट फर्डिनंड वॉन झेप्लिन या जर्मन गृहस्थाने सर्वात प्रथम असा दिशा बदलू शकणारा फुगा बनविला. त्याने ॲल्युमिनियम या वजनाने हलक्या असणाऱ्या धातूचा चिरूटाच्या आकाराचा सांगाडा तयार करून त्यात फुगा बसवला त्यामुळे तो हवेतून सहजपणे जाऊ शके. २ जुलै १९०० या दिवशी हा फुगा पहिल्यांदा हवेत उडविण्यात आला. आता लोकांना हव्या त्या दिशेने हवेतून प्रवास करणे शक्य होते.

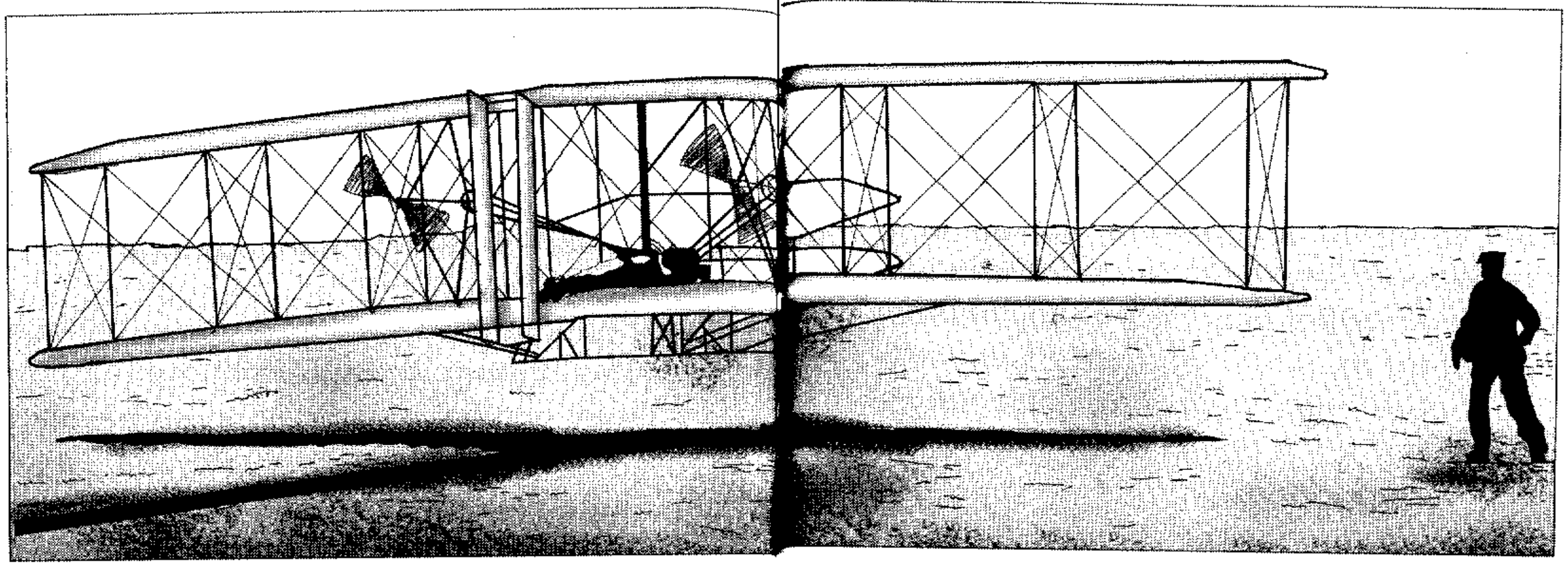
पुढल्या ४० वर्षात हे दिशा बदलणारे फुगे अधिक चांगले आणि मोठे बनविण्यात आले, पण त्यात वापरलेला हायड्रोजन हा वायू धोकादायक होता. हायड्रोजन ज्वालाग्राही आहे आणि त्याचा स्फोटही होऊ शकतो. त्याऐवजी हेलियम हा वजनाने हलका वायू वापरता येणे शक्य होते. हेलियम हायड्रोजनइतका वर जात नाही पण त्याला आग लागत नाही. अर्थात या नव्या फुग्यांचा वेग फारसा नव्हता आणि ते विशेष बळकटही नव्हते. वादळात ते सहज मोडत असत.

काही वस्तू हवेत तरंगण्याइतक्या हलक्या नसल्या तरी हवेत इकडून तिकडे जाऊ शकतात. पतंगाचे वस्तुमान हवेहून अधिक असले तरीही तो हवेत तरंगतो कारण त्याचा हवेतील पृष्ठभाग खूप मोठा असतो. अगदी हलका वारा किंवा हवेचा झोतही त्याला पेलून धरू शकतो. माणसाला घेऊन जाऊ शकेल एवढा मोठा पतंग बनवला तर?

होडीच्या आकाराची हलक्या लाकडाची वस्तू बनवून जास्तीत जास्त हवेचा झोत पकडण्यासाठी त्याला लाकडाचे सपाट तुकडे पंखासारखे जोडण्यात आले. एक माणूस मावेल एवढ्या आकाराची अशी यंत्र नसलेली विमाने बनविणे शक्य होते. ती जर उंचावरून हवेत सोडण्यात आली तर वारा आणि हवेतील झोतांमुळे ती बराच काळ हवेत राहू शकत होती. १८९० च्या दशकात अशी यंत्रविरहित विमाने किंवा ग्लायडर खूपच लोकप्रिय झाली.

फुग्यांप्रमाणेच सुरुवातीची ग्लायडरही हवा नेईल तिकडेच जाऊ

किटी हॉक, उत्तर कॅरोलिना येथे राईट बंधू - १९०३



शकत होती. वॉन झेप्लिनने जसे पंखा फिरविणारे इंजिन फुग्यावर बसवले होते तसे ग्लायडरवरही बसवता आले तर?

ओहायो राज्यातील डेटन गावातल्या ऑर्विल राइट आणि विल्बर राइट या अमेरिकन सायकल उत्पादक भावांनी असा प्रयत्न करून पाहायचे ठरवले. वाऱ्याचा जास्तीत जास्त फायदा मिळवता येईल अशा पद्धतीने त्यांनी ग्लायडर आणि कमीत कमी वजनाचे इंजिन बनवले.

अमेरिकेतल्या नॉर्थ कॅरोलिना राज्यातील किटी हॉक या गावी १७ डिसेंबर १९०३ ला ऑर्विल राइटने अशा प्रकारे स्वयंचलित ग्लायडरमधून हवेतून प्रवास केला. हेच पहिले विमान होय. ते हवेत फक्त एक मिनीटभरच

राहिले आणि त्यात त्याने २६० मीटर इतकेच अंतर पार केले, पण असे करता येते हे त्याने दाखवून दिले.

मोठी विमाने बनवून त्यांना अधिक चांगली, शक्तिशाली इंजिने बसवल्यावर त्यांची गती वाढली. विमानाचा वेग जसा वाढतो तसे त्याचे पंख हवेत अधिक उचलले जातात म्हणून विमान अधिक जड असले तरी चालू शकते. १९०८ साली ऑर्विल राइट तासभर हवेत राहू शकला. १९०९ साली विमानाने इंग्लिश खाडी पार करण्यात आली. पहिल्या जागतिक युद्धात विमाने सहभागी झाली. १९२७ मध्ये चार्ल्स लिंडबर्ग या वैमानिकाने अटलांटिक महासागर ओलांडून न्यूयॉर्क ते पॅरिस असा प्रवास एकट्याने केला. त्याला ३३ तास लागले.

आताची विमाने तर इतकी मोठी असतात की त्यात शेकडो लोक एकाच वेळी प्रवास करू शकतात. काही विमाने ताशी १६०० किलोमीटर इतक्या वेगानेही जाऊ शकतात आणि त्यांना अटलांटिक महासागर केवळ तीन तासात ओलांडता येतो.

पूर्वीच्या 'डिरिजिबल' ची जागा आता पूर्णपणे विमानाने घेतली आहे, परंतु पृथ्वीवरील वातावरणातील हवेचा अभ्यास करण्यासाठी अजूनही साध्या फुग्यांचा उपयोग केला जातो. मुद्दाम तयार केलेले पातळ आणि हलके असे प्लॅस्टिकचे फुगे पृथ्वीच्या वातावरणात जवळजवळ ५० किलोमीटर उंचीपर्यंत जाऊ शकतात.

■

२ निर्वात पोकळी

आता विमाने आणि फुगे माणसाला अनेक किलोमीटरपर्यंत हवेत उंच नेऊ शकतात तर मग गॉडविनच्या गोष्टीतल्या माणसाप्रमाणे आपण चंद्रावर का जाऊ शकत नाही?

फुग्यांना आणि नेहमीच्या विमानांना हवेची गरज असते ही यातील खरी अडचण आहे. फुगे हवेवर तरंगतात. वेगाने जाणारी विमाने हवेवरच पेलली जातात. शिवाय विमानाचे इंजिन चालण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इंधनाच्या जोडीने हवेतील प्राणवायूही आवश्यक असतो.

मग, किती उंचीपर्यंत हवा असते असा प्रश्न पडतो.

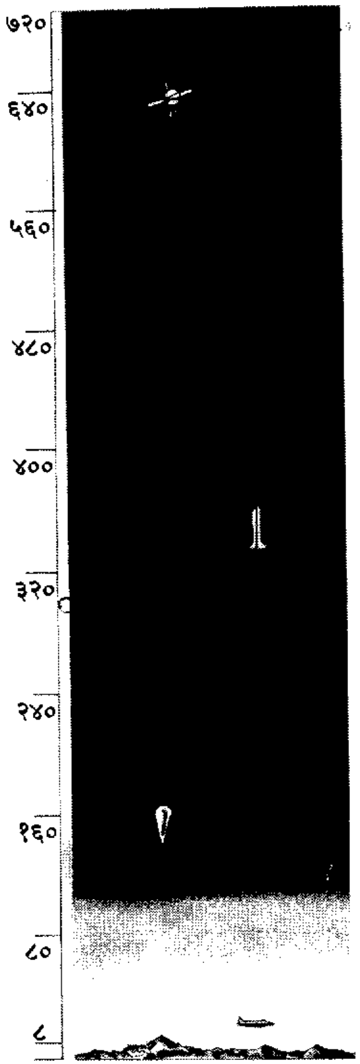
चंद्र आणि आकाशातल्या सर्व गोष्टी हवेतच आहेत आणि अमर्याद अंतरापर्यंत हवा पसरलेली आहे असा प्राचीन काळी समज होता. चंद्रावर जाण्याच्या गोष्टी लिहिल्या गेल्या तेव्हा पृथ्वीपासून ते चंद्रापर्यंतचा हवेचा महासागर ओलांडणे हे युरोपपासून अमेरिकेला जाण्यासाठी पाण्याचा महासागर ओलांडण्यासारखेच सोपे आणि सहज आहे अशीच समजूत होती.

गॉडविनच्या पुस्तकानंतर काही वर्षातच लागलेल्या नव्या शोधांमुळे हवेसंबंधीची कल्पनाच बदलली.

१६४३ साली इवॅन्जेलिस्टा टॉरिचेली या इटालियन शास्त्रज्ञाने १२० सेंटिमीटर लांबीची एका बाजूने बंद असणारी काचेची नलिका घेऊन त्यात पारा भरला. पाऱ्याने भरलेली ही नळी बूच लावून त्याने पारा भरलेल्या भांड्यात उलटी केली आणि मग त्याचे बूच काढले.

असे केल्यावर सगळा पारा भांड्यात पडेल असेच कोणालाही वाटेल,

पृथ्वीचे वातवरण (८ कि.मी. = ५ मैल)



पण केवळ थोडाच पारा भांड्यात पडला. भांड्यातील पाऱ्याच्या पृष्ठभागावर असलेल्या हवेच्या दाबामुळे नलिकेतील पारा ७६ सेंटिमीटरपर्यंत पेलला गेला होता. टॉरिचेलीने पहिले वायुभारमापक तयार केले होते आणि हवेच्या दाबातील फरक मोजण्यासाठी याचा उपयोग करणे शक्य होते.

आता २.५ सेंटिमीटर रुंदीच्या विशिष्ट उंचीच्या हवेच्या स्तंभाची कल्पना करा. २.५ सेंटिमीटर रुंदीच्या आणि ७६ सेंटीमीटर उंचीच्या पाऱ्याच्या स्तंभाएवढे वजन होण्यासाठी हवेचा स्तंभ किती उंचीचा असावा लागेल? विशिष्ट आकारमानाच्या पाऱ्याचे वजन तेवढ्याच आकारमानाच्या हवेच्या १०,५०० पट असते. पाऱ्याच्या स्तंभाएवढे वजन होण्यासाठी हवेचा स्तंभ

१०,५०० पट उंच असावा लागेल. म्हणजेच वातावरण किंवा हवा ८ किलोमीटरपर्यंत असली पाहिजे.

प्रत्यक्षात वातावरण त्याहूनही अधिक उंचीपर्यंत असते. वातावरणातील खालचा म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळचा भाग त्यावरच्या भागाच्या वजनामुळे दबलेला असतो. पृष्ठभागाजवळची हवा ही उंचीवरील हवेच्या तुलनेत अधिक दाट असते.

जसजसे अधिकाधिक उंचीवर जावे, तसतशी हवा विरळ होत जाते. जसजशी ती अधिक विरळ होते तशी ती अधिक जागा व्यापते. त्यामुळे प्रत्यक्षात वातावरण ८ किलोमीटरपेक्षा अधिक उंचीपर्यंत पसरलेले आहे. पृष्ठभागापासून १६ किलोमीटरवरदेखील थोडीफार हवा असते.

जसजशी हवा विरळ होत जाते तसतसा तिचा उपयोग कमी कमी होतो. १० किलोमीटर उंचीवरची हवा इतकी विरळ असते की त्यात आपल्याला श्वासही घेता येणार नाही. ५० किलोमीटरवरच्या विरळ हवेत फुगा किंवा विमान तरंगू शकत नाही. १६० किलोमीटरवर इतकी कमी हवा असते की ती आहे असे लक्षातदेखील येत नाही.

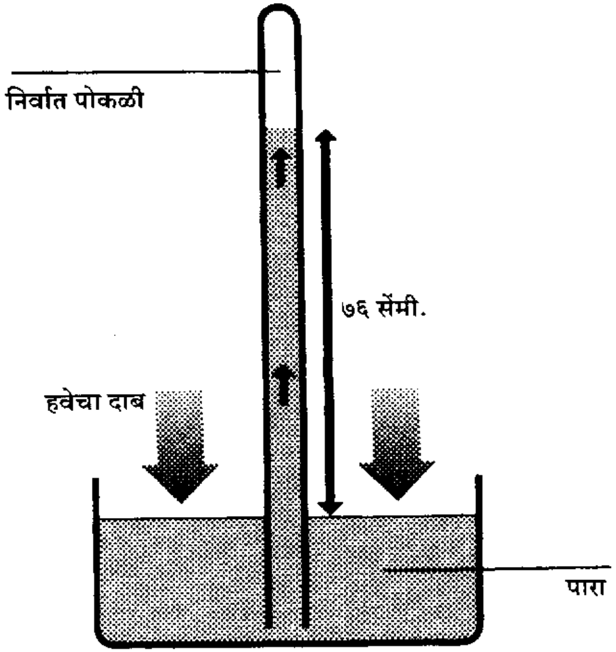
चंद्रावर पोचण्याच्या दृष्टीने १६० किलोमीटर हे अंतर काहीच नाही. चंद्र पृथ्वीपासून १,९५,००० किलोमीटर लांब आहे. तेवढ्या सबंध अंतरात कोठेच हवा नाही. म्हणजे ही एक निर्वात पोकळी (व्हॅक्युम) आहे. रिकामे या अर्थाच्या लॅटिन शब्दापासून 'व्हॅक्युम' हा शब्द आला आहे.

विश्वात सर्वत्र अशी निर्वात पोकळी असते. एखाद्या ग्रहाच्या पृष्ठभागाजवळच हवा असते पण काही वेळा ती ही नसते. उदाहरणार्थ चंद्रावर तर हवाच नाही. त्याच्या पृष्ठभागापासूनच निर्वात पोकळी आहे.

आपल्या वातावरणापलीकडल्या निर्वात पोकळीला आपण अंतराळ

किंवा अंतरिक्ष म्हणतो. त्या दृष्टीने टॉरिचेलीने अंतराळाचा सर्वत प्रथम शोध लावला असे म्हणता येईल. अमर्याद अंतरापर्यंत हवा पसरलेली नसून ती केवळ पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळच असते हे त्याने प्रथम दाखवून दिले.

याचाच अर्थ गॉडविनच्या पुस्तकातील नायकाप्रमाणे चंद्रावर जाणे प्रत्यक्षात शक्य नाही. मोठाले हंस जरी रथाला जुंपले तरी त्यांना



टॉरिचेलीचे वायुभारमापक

निर्वात पोकळीत उडता येणार नाही. अशा पोकळीत हंसांना किंवा माणसांना श्वासदेखील घेता येणार नाही. फुगा वर जाऊ शकणार नाही किंवा विमानही उडू शकणार नाही.

मनुष्य जरी फुग्यातून, डिरिजिबल अथवा ग्लायडरमधून किंवा विमानातून उडू शकला तरी पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून केवळ काही किलोमीटर अंतरापर्यंतच तो जाऊ शकत होता.

मग माणूस चंद्रावर पोचणार तरी कसा? निर्वात पोकळीतून प्रवास करू शकेल असे काही वाहन बनवता येईल का?

एक मार्ग म्हणजे काहीतरी जोरात फेकून देणे. आपण जेव्हा एखादा चेंडू हवेत फेकतो तेव्हा फेकण्याच्या क्रियेतील आपल्या स्नायूंच्या शक्तीमुळे तो हवेत उडतो. यात हवेचा काहीच संबंध नसतो. उलट या हालचालीला हवेचा विरोधच होतो आणि निर्वात पोकळीत तो ज्या वेगाने जाऊ शकेल त्यापेक्षा कमी वेगाने त्याचा प्रवास होतो.

अर्थात चेंडू काही फार उंच जात नाही. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे तो खाली ओढला जातो आणि त्याचा वेग कमी होतो. अखेर त्याची वर जाण्याची क्रियाच थांबते. एक क्षणभर तो हवेत अधांतरी राहतो आणि मग तो खाली पडू लागतो.

चेंडू जितका जोरात फेकला असेल तितका त्याचा वर जाण्याचा वेग सुरुवातीला अधिक असतो. तो जितक्या वेगाने वर जाईल, तितका गुरुत्वाकर्षणाने खाली ओढला जाऊन त्याचा वेग कमी होण्यास त्याला अधिक वेळ लागतो म्हणून खाली पडण्याची क्रिया सुरू होण्यापूर्वी तो जास्त उंच जातो.

समजा, चेंडू अधिकाधिक जोरात वर फेकला आणि तो पडण्यापूर्वी त्याच्या अधिकाधिक वर जाण्याकडे तुम्ही नीट लक्ष दिलेत. सुरुवातीला तो कितीही जोरात वर गेला असला तरी तो शेवटी खाली येईलच ना?

पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण पृष्ठभागावर असते. कितीही उंचीवर गेले तरी ते जर तेवढेच कायम राहत असेल तर चेंडू कितीही जोरात फेकला तरी तो परत खाली येईलच. परंतु पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण जसजसे पृथ्वीपासून दूर, अधिक उंचीवर जावे तसतसे हळूहळू कमी होऊ लागते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून २५०० किलोमीटर उंचीवर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर अर्ध्यावर येतो.

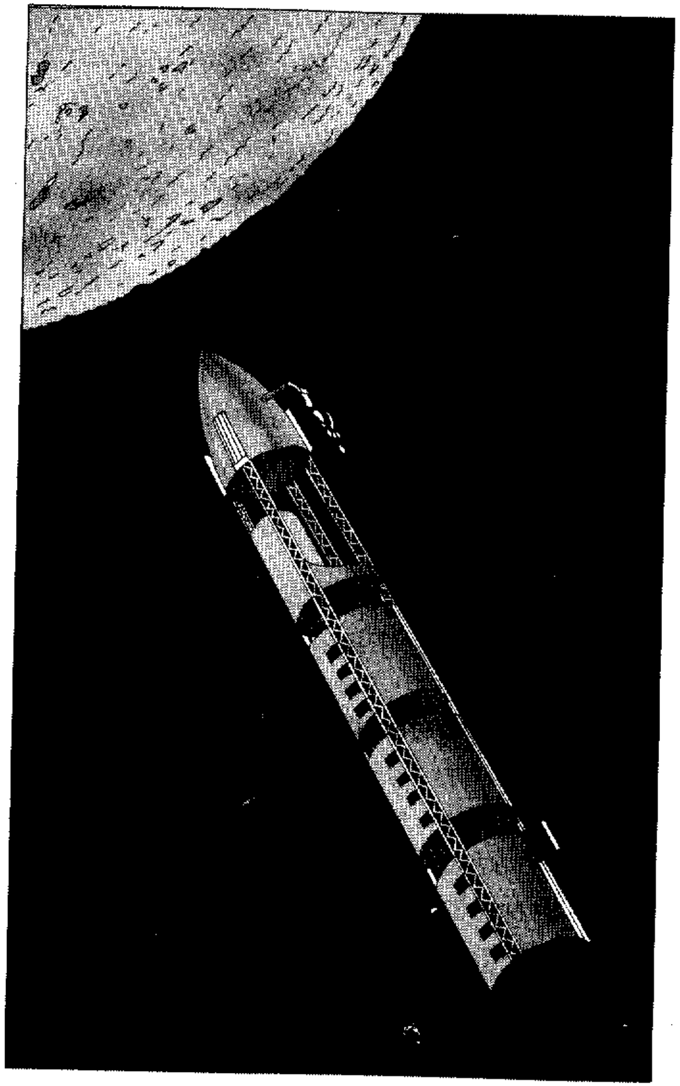
कल्पना करा की तुम्ही चेंडू इतक्या जोरात फेकलात आणि तो इतक्या वेगाने वर गेला की गुरुत्वाकर्षणामुळे त्याचा वेग निम्म्याने कमी होईपर्यंत तो २५०० किलोमीटर पर्यंत गेला आहे. चेंडूचा वेग आता पहिल्याहून अर्धाच आहे, पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षणही अर्धेच आहे, म्हणून चेंडूचा वेग आता पूर्वीच्या प्रमाणात कमी होत नाही. चेंडू आता पूर्वीच्या मानाने संथगतीने वर जातो आहे आणि पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षणदेखील कमी कमीच होत आहे.

अशा परिस्थितीत चेंडू कायमच वर जात राहील. त्याचा वेग जरी कमी झाला तरी गुरुत्वाकर्षणाचा जोरही कमी होत असल्याने तो पूर्णत: थांबणार नाही. म्हणून चेंडू परत येणार नाही. सुरुवातीला ज्या गतीने वर जाण्याचा प्रवास सुरू केल्यास पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण ती वस्तू मागे खेचू शकत नाही त्या वेगाला 'गुरुत्वाकर्षणातून बाहेर पडण्याचा वेग' म्हणजे (एस्केप व्हेलॉसिटी) असे म्हणतात.

पृथ्वीवर हा वेग सेकंदाला ११.२ किलोमीटर किंवा ताशी ४०,५५५ किलोमीटर असा आहे. जर एखादी वस्तू सेकंदाला ११.२ किलोमीटर किंवा त्याहून अधिक वेगाने फेकली तर ती कधीच खाली येणार नाही. कशावर तरी आदळेपर्यंत ती सतत वर जात राहील. योग्य दिशेने नेम धरून फेकल्यास चंद्रावर जाऊन आदळेपर्यंत हा प्रवास चालूच राहील.

म्हणजे चंद्रावर जाण्याचा हा एक मार्ग आहे - एखादी वस्तू खूप

'पृथ्वीवरून चंद्राकडे' या ज्यूल व्हर्नच्या कादंबरीतील एक चित्र



जोरात फेकणे.

अर्थात सेकंदाला ११.२ किलोमीटर वेगाने जाईल अशा रीतीने कोणीच चेंडू फेकू शकणार नाही. पण मनुष्याच्या स्नायूंपेक्षा अधिक ताकद असणाऱ्या गोष्टी आहेत की.

उदाहरणार्थ, बंदुकीची दारू. बंदुकीच्या दारूचा स्फोट घडवून तोफेतून उडवलेला गोळा माणसाच्या ताकदीपेक्षा कितीतरी अधिक वेगाने फेकला जातो. मग माणसाला घेऊन जाईल असे अंतरिक्षयान चंद्राच्या दिशेने उडवता येणार नाही का?

१८६५ साली ज्युल व्हर्न या फ्रेंच वैज्ञानिक कादंबरीकाराने 'पृथ्वीवरून चंद्राकडे' (फ्रॉम द अर्थ टु द मून) या नावाची एक कादंबरी लिहिली. एका महाकाय तोफेतून काही माणसांना चंद्राकडे उडवण्यात आल्याचे यात वर्णन केले होते.

हे ऐकायला तर फारच छान आहे , पण.... पण यात एक फारच मोठी अडचण आहे.

तोफेत ठेवलेले असताना हे अंतरिक्षयान गतिहीन असणार. स्फोट घडवून आणल्यावर तोफेतून बाहेर पडतानाचा या यानाचा वेग सेकंदाला निदान ११.२ किलोमीटर इतका असावा लागेल. म्हणजेच तोफेच्या तोंडातून बाहेर पडण्याच्या काळातच यानाचा वेग शून्यापासून ते सेकंदाला ११.२ इतका वाढावा लागेल. अशा तऱ्हेच्या गतिवर्धनाला, 'लवकर करणे' अशा अर्थाच्या लॅटिन शब्दावरून इंग्रजीत 'ॲक्सिलरेशन' असे म्हणतात.

तुम्ही जर अशा रीतीने गतिवर्धन करणाऱ्या एखाद्या वाहनात असाल, तर त्या वाहनाचा तुमच्यावर दाब येऊन तुमचाही वेग वाढतो. तुमच्यावर विरूद्ध बाजूने दाब येत आहे असे तुम्हाला वाटते. गाडीतून जातानाही असा मागे ढकलणारा जोर जाणवतो. उदवाहन वर जाऊ लागताना

खाली ओढले गेल्यासारखा हा दाब लक्षात येतो.

प्रवेग जितका अधिक तितकीच वेग वाढण्याची गती अधिक, आणि त्यामुळे मागे खेचले जाण्याची किंवा खाली ओढले जाण्याची क्रिया अधिक. असे यान जर एखाद्या तोफेतून उडवले गेले आणि अगदी अल्प काळात जर त्याचा वेग सेकंदाला ११.२ किलोमीटर इतक्यावर पोचला, तर त्या गतिवर्धनामुळे मनुष्याच्या शरीरावर येणाऱ्या प्रचंड दाबामुळे शरीर दबले जाऊन तो मरण पावेल.

ज्युल व्हर्नने वर्णन केल्याप्रमाणे असे यान जर तोफेतून उडवले असते तर त्यातील सर्वजण क्षणार्धात मरण पावले असते.

परंतु तेवढा वेग मिळवणे आवश्यकच आहे. मोठा वेग तर मिळवायचा पण तो संथगतीने ही एकच युक्ती आहे. पण हे करायचे कसे?

आयझॅक न्यूटन या इंग्रज शास्त्रज्ञाने या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यास सुरुवात केली.

■

३ | अग्निबाण

१६८७ साली न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत स्पष्ट करणारा एक ग्रंथ लिहिला. यात त्याने गतीचे तीन नियम मांडून त्यांचे स्पष्टीकरण केले. यातील तिसरा नियम असा आहे: 'प्रत्येक क्रियेची विरुद्ध दिशेने तेवढीच प्रतिक्रिया असते'.

उदाहरणार्थ, अशी कल्पना करा की तुम्ही एका मोठ्या, सपाट, निसरड्या अशा बर्फाच्या पातळ थरावर एका ॲल्युमिनियमच्या पत्र्यावर बसलेले आहात. त्या पत्र्यावर तुमच्याजवळ बरेचसे चेंडूसारखे जड धातूचे गोळे आहेत. त्यातला एक गोळा उचलून तुम्ही एका दिशेने फेकता, ही झाली क्रिया.

चेंडू फेकल्याबरोबर त्याच्या विरुद्ध दिशेने पत्रा बर्फावरून घसरत जाऊ लागतो. ही झाली प्रतिक्रिया. चेंडू ज्या वेगाने गेला त्याच गतीने पत्रा जात नाही कारण पत्रा चेंडूपेक्षा जड आहे किंवा दुसऱ्या शब्दात, त्याचे वस्तुमान अधिक आहे. पत्र्याचे वस्तुमान आणि त्याच्या वेगाचे गुणोत्तर हे चेंडूच्या वस्तुमान आणि वेगाच्या गुणोत्तराइतकेच असते. म्हणजेच क्रिया व प्रतिक्रिया समान असते.

जर पहिल्या चेंडूच्याच दिशेने आणखी एक चेंडू फेकला तर पत्र्याला आणखी एक हिसका बसतो आणि तो अधिक वेगाने घसरू लागतो. एकामागून एक असे सारखे चेंडू फेकले तर पत्रा अधिकाधिक वेगाने घसरत जाऊ लागतो. जर पुरेसे चेंडू एकामागून एक असे एकाच दिशेने फेकले तर पत्र्याचा वेग खूपच वाढू शकेल. जर पुरेसे चेंडू आणि ते फेकण्यासाठी पुरेशी ताकद असेल, आणि बर्फाचा थर जर पुरेसा

लांबलचक आणि निसरडा असेल तर तात्त्विकदृष्ट्या पत्र्याला अखेर सेकंदाला ११.२ किलोमीटर इतका वेग मिळूही शकेल. हे गतिवर्धन अशा संथगतीने झाले असेल की त्यामुळे माणसाला त्याचा काहीच त्रास होणार नाही.

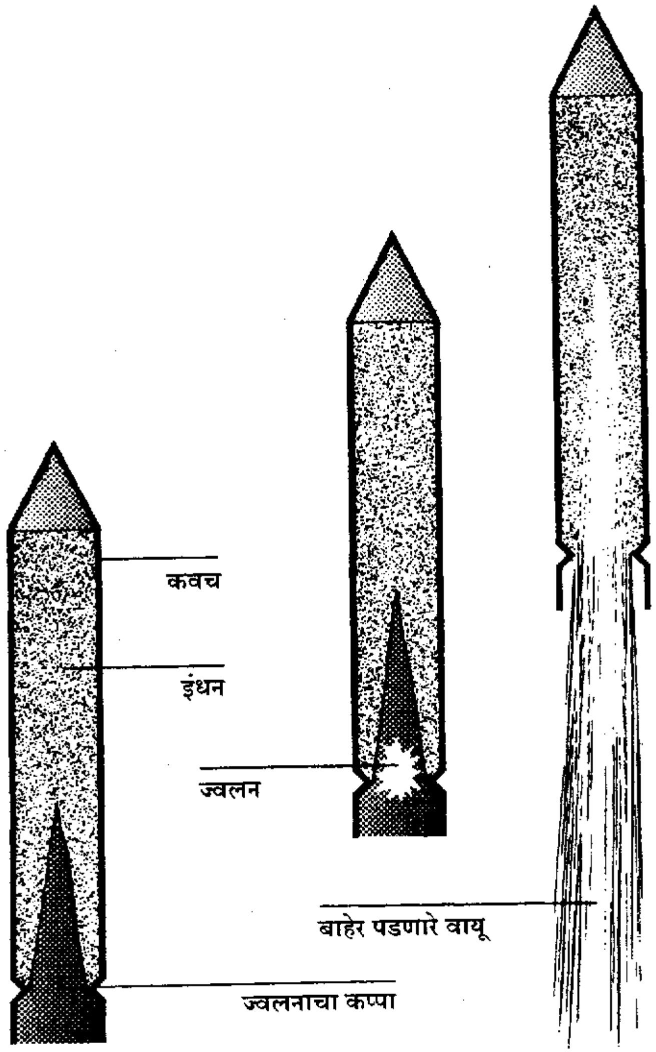
याचा हवेशी काहीच संबंध नाही. उलट वाटेत जर हवेचा अडथळा नसेल, तर पत्र्याचा वेग अधिक सहजपणे वाढेल. हा पत्रा जर अंतराळात म्हणजे निर्वात पोकळीत असेल तर क्रिया आणि प्रतिक्रियेचे तत्त्व पृथ्वीपेक्षा अधिक चांगल्या तऱ्हेने अमलात आलेले दिसून येईल.

१८९१ साली हेर्मान गॅन्सविंड या जर्मन संशोधकाने एका अंतरिक्षयानाची संकल्पना मांडली. तोफेतून उडवलेल्या गोळ्यांच्या तत्त्वावर ते चालेल असे त्याने सुचविले. अशा यानाची गती संथपणे वाढेल व त्यामुळे मनुष्याला त्रास होणार नाही असे त्याचे मत होते. प्रत्येक स्फोटाबरोबर छोटासा झटका बसेल इतकेच.

ज्युल व्हर्नच्या कल्पनेपेक्षा अशा तऱ्हेने तोफेचा वापर अधिक वास्तववादी आहे, पण त्यासाठी अंतरिक्षयान अगोदरच अंतराळात असायला हवे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून यान अंतराळात नेण्यात निराळ्याच अडचणी असतात. गॅन्सविंडच्या कल्पनेचा यासाठी उपयोग होणार नाही.

यान जर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असताना तोफेचा गोळा उडवला, तर पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे यानाचा वेग कमी होईल. हा वेग कायम राहण्यासाठी दुसरा गोळाही जवळजवळ त्याच वेळी उडवावा लागेल. हे गोळे इतक्या जलदगतीने उडवावे लागतील की त्यासाठी तोफांची मांडणी कशी असावी हे ठरवणेदेखील कठीण ठरावे.

त्याऐवजी एकाच मोठ्या झटक्यात काहीतरी एका दिशेने उडवण्याचा मार्ग शोधता आला तर? त्यामुळे हे यान विरुद्ध दिशेने संथ



परंतु एकाच वेगाने जाऊ शकेल.

खरे पाहता हे योग्य तऱ्हेने करण्याचा मार्ग गॅन्सविंडच्या काळी, ज्युल व्हर्नच्या काळी इतकेच काय तर अनेक शतकांपासून माहीत होता. अग्निबाणाचा (रॉकेट) उपयोग हे याचे खरे उत्तर होय.

समजा, तुमच्याकडे एका बाजूने बंद असलेले एक पुठ्ठ्याचे नळकांडे आहे. त्यात जर बंदुकीची दारू ठासून भरली; उघडी बाजू हलकी बंद केली आणि त्यात एक वात घातली. वातीचे एक टोक आतल्या दारूत आहे आणि दुसरे बाहेर आहे, ते तुम्ही पेटवू शकाल. या नळकांड्याला एक लांब, बारीक काडी जोडली म्हणजे हे नळकांडे हवेत उडताना हेलकावणार नाही आणि एकाच दिशेने जात राहील. आपण दिवाळीत उडवतो तसा हा 'अग्निबाण' झाला.

वात पेटवल्यावर ती आग जेव्हा दारूपर्यंत पोचून जोरात जळू लागते, तेव्हा मोठ्या प्रमाणात वायू तयार होतो. नळकांडे जर खूप घट्ट बंद केले असते तर, वायूच्या प्रसरणामुळे मोठा विध्वंसक स्फोट झाला असता. पण एक बाजू हलकी बंद केली आहे. फुस फुस असा आवाज करत वायू त्यातून बाहेर येतात आणि अग्निबाण विरुद्ध दिशेने उडतो. वायू जसजसा बाहेर येतो तसतसा अग्निबाणाचा वेग वाढत जातो आणि जेव्हा सर्व दारू संपते तेव्हा त्याचा वेग सर्वाधिक असतो. त्यानंतर त्याचा वेग कमी कमी होत जाऊन अखेरीस अग्निबाण जमिनीवर पडतो.

चिनी लोकांनी बंदुकीच्या दारूचा शोध लावला. तेराव्या शतकात चिनी लोक फटाक्यांचे आवाज ऐकण्यासाठी आणि शोभेच्या दारूची मजा लुटण्यासाठी अग्निबाण आणि शोभेच्या दारूचे अनेक प्रकार बनवत असत. लढाईच्या वेळी शत्रूला घाबरवण्यासाठीही ते अग्निबाण वापरत असत.

तेराव्या शतकात बंदुकीच्या दारूचे आणि अग्निबाणांचे ज्ञान

पश्चिमेकडे युरोपपर्यंत पोचले. युरोपात बंदुकीच्या दारूचा उपयोग मुख्यत: तोफेत करण्यात आला पण अग्निबाण मात्र केवळ करमणूक म्हणूनच बनवले गेले.

१७८० साली इंग्रजांची हिंदुस्थानात लढाई सुरू होती. हिंदुस्थानी लोकांनी अग्निबाणांचा वापर करून इंग्रजांवर दगडांचा वर्षाव केला. विल्यम कॉन्ग्रिव्ह या तोफखान्यावरील मुख्य अधिकाऱ्याने याचे निरीक्षण केले. योग्य रीतीने तयार केलेल्या अग्निबाणांमुळे तोफेपेक्षा लांबचा पल्ला गाठून अधिक नुकसान करता येईल असे त्याला वाटले.

त्याने सुधारित अग्निबाणांचे आराखडे तयार केले आणि १९व्या शतकाच्या सुरुवातीला इंग्रज सैन्याने आणि आरमाराने आपल्या शत्रूंविरुद्ध त्यांचा वापर केला. अमेरिका हा नव्याने निर्माण झालेला देश हाही त्यांचा एक शत्रू होता.

१८१२ ते १८१४ या काळात इंग्लंड आणि अमेरिकेत युद्ध चालू होते. मेरीलॅण्ड राज्यातील बाल्टिमोर बंदरातील फोर्ट मॅकहेन्रीला इंग्रजांनी वेढा दिला. यावेळी इतर दारूगोळ्याबरोबर अग्निबाणांचाही वापर करण्यात आला.

रात्रभर हा भडिमार चालूच राहिला. एका इंग्रज नौकेवरून फ्रॅन्सिस स्कॉट की हा अमेरिकेचा सैनिक अस्वस्थपणे हा प्रकार पाहत होता. (पकडल्या गेलेल्या एका अमेरिकी सैनिकाच्या सुटकेच्या प्रयत्नासाठी तो या नौकेवर आला होता.) पहाट झाली तेव्हा किल्ल्यावर अजूनही अमेरिकेचाच ध्वज फडकत असलेला त्याच्या नजरेला पडला म्हणजे इंग्रजांच्या भडिमाराचा काहीच उपयोग झालेला नाही हे त्याच्या लक्षात आले. आनंदून जाऊन त्याने एक कविता लिहिली. 'चमकत्या ताऱ्यांचा ध्वज' (स्टार स्पॅन्गल्ड बॅनर) या नावाने पुढे ही कविता अमेरिकेचे राष्ट्रगीत झाली. पहिल्या कडव्यात एका ठिकाणी रात्रीच्या तोफांच्या

भडिमाराचे वर्णन करताना 'अग्निबाणांचा लाल प्रकाश, आणि तोफगोळ्यांचे हवेत होणारे स्फोट...' असे त्याने म्हटले आहे.

तोफांमध्ये बऱ्याच सुधारणा होत गेल्या आणि त्यातून उडविले जाणारे तोफगोळे अधिक वजनदार आणि दूरपर्यंत जाणारे असल्यामुळे अनेक वर्षांपर्यंत अग्निबाणांचा वापर झालाच नाही.

अर्थात अग्निबाण वापरलेच गेले नाहीत असा याचा अर्थ होत नाही. १९४० च्या दशकात दुसऱ्या जागतिक युद्धात परत एकदा अग्निबाणांचा उपयोग करण्याचा प्रयत्न केला गेला. एक उदाहरण म्हणजे सैनिक 'बझूका' नावाची नळकांडी घेऊन जात असत आणि त्यातून रणगाड्यांवर अग्निबाण सोडले जात.

दुसऱ्या जागतिक युद्धाच्या काळात अग्निबाणाच्या तत्त्वावर चालणारी विमाने तयार करण्यात आली. विमानाच्या शेपटाकडून वायू जोरात बाहेर येऊन विमान वेगाने पुढे जात असे. १९५२ सालापासून अशी जेट विमाने शांततेच्या काळातही वापरली जाऊ लागली. आजकाल लोक जगभर अशा जेट विमानानेच प्रवास करतात.

निर्वात पोकळीत अग्निबाण हे हवेपेक्षा अधिक चांगल्या प्रकारे वापरता येतात. मग हे क्रिया - प्रतिक्रियेचे तत्त्व वापरून पृथ्वीवरून चंद्रावर यान का पाठवू नये?

१६५० साली ही कल्पना सर्वप्रथम सुचविण्यात आली होती. न्यूटनने क्रिया-प्रतिक्रियेचे तत्त्व मांडण्याच्या ४० वर्षांपूर्वीची ही गोष्ट आहे. सिरानो द बेर्जेराक या फ्रेंच विज्ञान कथालेखकाने ही कल्पना पहिल्यांदा मांडली.

त्याने 'चंद्राचा प्रवास' (व्हॉयेज टु द मून) या नावाचे एक पुस्तक लिहिले. त्यात त्याने चंद्रावर जाण्याच्या सात निरनिराळ्या पद्धतींची यादीच दिली. त्यापैकी सहा प्रत्यक्षात वापरणे अशक्य होते पण सातवा

प्रकार अग्निबाणातून जाण्याचा होता. (सिरानोचे नाक खूप मोठे होते आणि त्याची चेष्टा करणाऱ्या अनेक लोकांशी त्याने द्वंद्वयुद्धे केली. त्याच्यासंबंधी एक खूप प्रसिद्ध नाटकही आहे. लोकांना नेहमी त्याचे मोठे नाक आणि त्याची द्वंद्वयुद्धे आठवतात पण तो एक विज्ञानकथा/ कादंबरीकार होता हे बरेचदा विसरलेच जाते.)

त्यानंतर जवळजवळ २५० वर्षांनी शास्त्रज्ञ अग्निबाणाचा अंतराळ प्रवासासाठी उपयोग करण्याची चर्चा करू लागले. कोन्स्टॅन्टीन इ. त्सिओल्कोव्स्की हा रशियन शास्त्रज्ञ त्यापैकी एक होता. १७ सप्टेंबर १८५७ ला त्याचा जन्म झाला. वयाच्या ९ व्या वर्षी कानाच्या जंतुसंसर्गामुळे कर्णबधिर झाल्यामुळे त्या काळच्या रशियात त्याला सर्वसामान्य मुलांप्रमाणे शिक्षण घेणे जवळपास अशक्यच होते.

तरीही, पुस्तकातून हवे तेवढे ज्ञान त्याने मिळवले आणि त्याच्या काही कल्पना अगदी नव्या, क्रांतिकारी होत्या.

१८९५ साली त्याने अंतरिक्षयानाबद्दल लिहायला सुरुवात केली. सिरानोप्रमाणेच अंतरिक्षयानासाठी अग्निबाणांचा वापर केला जावा, असे त्सिओल्कोव्स्कीला वाटत होते. मात्र त्यात बंदुकीची दारू वापरणे त्याला मान्य नव्हते. पॅराफिन तेलासारखे द्रवरूप इंधन वापरावे असे त्याचे मत होते. अशा इंधनामुळे बंदुकीच्या दारूपेक्षा जास्त शक्ती मिळेल शिवाय ते द्रवरूप असल्यामुळे नियंत्रण ठेवणे अधिक सोपे होईल. प्रत्यक्ष ज्वलनाच्या ठिकाणी किती इंधन पंपातून सोडले यावरून ज्वलन मंद किंवा शीघ्रगतीने करता येईल.

आपल्या आजच्या बहुतेक वाहनात आपण द्रवरूप इंधनच वापरतो. उदाहरणार्थ, मोटारगाड्या आणि विमानात आपण पेट्रोल वापरतो. अर्थात शक्ती मिळण्यासाठी पेट्रोलबरोबर आपण हवेतील प्राणवायूचाही उपयोग करतो, आपली वाहने जेव्हा हवेतून प्रवास करतात तेव्हा ही

अगदी साधी-सोपी गोष्ट असते.

अंतराळाच्या निर्वात पोकळीतून प्रवास करणे ही फारच निराळी बाब आहे. तिथे आजूबाजूला हवा नाही म्हणून अशा निर्वात पोकळीतून प्रवास करताना अग्निबाणाला आपल्याबरोबर प्राणवायूदेखील नेणे आवश्यक ठरते. थंड केलेला द्रवरूप प्राणवायू लहान जागेत ठासून भरता येतो.

त्सिओल्कोव्स्कीला हे समजले होते. १९०३ साली उड्डाणविषयक मासिकात त्याने अग्निबाणांविषयी सविस्तर विवेचन करणारे अनेक लेख लिहायला सुरुवात केली. द्रवरूप इंधन आणि द्रवरूप प्राणवायू यांची चर्चा तर त्याने केलीच, शिवाय, अंतराळात वापरण्याचे विशेष कपडे, अंतराळातील वसाहती यासारख्या अनेक गोष्टींचा त्याने ऊहापोह केला. पुढील आयुष्यात त्याने 'पृथ्वीबाहेर' नावाची एक विज्ञान कादंबरीही लिहिली.

त्सिओल्कोव्स्कीने जरी अग्निबाणांसंबंधी बरेच संशोधन केले असले तरी प्रत्यक्ष अग्निबाण बनविण्याचा मात्र त्याने प्रयत्न केला नाही. १९ सप्टेंबर १९३५ रोजी तो मरण पावला. रशियात लोक त्याच्याबद्दल आदराने बोलतात पण रशियाबाहेर फारच थोड्या लोकांना तो माहीत आहे.

■

४ | द्रवरूप इंधनाचे अग्निबाण

रॉबर्ट हचिंग्स् गोडार्ड या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने प्रत्यक्षात द्रवरूप इंधनावर चालणारा अग्निबाण किंवा रॉकेट सर्वप्रथम तयार केले. मॅसॅच्युसेट्स राज्यातल्या वूर्स्टर या गावी ५ ऑक्टोबर १८८२ रोजी त्याचा जन्म झाला.

लहानपणापासून त्याला विज्ञानकथा वाचण्याची आवड होती आणि त्याने एच. जी. वेल्स चे 'वॉर ऑफ द वर्ल्ड' हे पुस्तक वाचले. ही कादंबरी १८९८ साली प्रसिद्ध झाली होती आणि त्यात मंगळावरून आलेल्या पुढारलेल्या लोकांनी पृथ्वीवर चढाई केली आहे, अशी कल्पना मांडली होती.

त्याच्या वाचनातून त्याला अनेक नव्या आणि चित्रविचित्र कल्पना सुचत असत. महाविद्यालयात असताना '१९५० सालातील प्रवास' असा एक निबंध त्याने लिहिला होता. सर्व हवा काढून निर्वात बनविलेल्या बोगद्यातून लोहचुंबकाच्या सहाय्याने ओढल्या जाणाऱ्या आगगाडीचे त्याने वर्णन केले होते. अशा आगगाड्या बॉस्टनपासून न्यूयॉर्कपर्यंत १० मिनिटात पोचतील अशी त्याने कल्पना केली होती. (प्रत्यक्षात १९५० साल आले तेव्हा अशा आगगाड्या नव्हत्या आणि या प्रवासाला ४ तास लागत होते.)

पुढे गोडार्डचे अग्निबाणांकडे लक्ष वेधले गेले. १९१४ सालापर्यंत अग्निबाणांच्या संदर्भातील दोन नव्या शोधांचे त्याने पेटंट किंवा स्वामित्त्व हक्क मिळवले होते. १९१९ साली त्याने ६९ पानांची एक छोटी पुस्तिका लिहिली. या पुस्तिकेत त्याने अग्निबाणांचा वापर करून त्यातून

चंद्रावर कसे पोचता येईल याचे वर्णन केले होते. गोडार्ड आणि त्सिओल्कोव्स्की या दोघांची कल्पना जवळजवळ सारखीच होती.

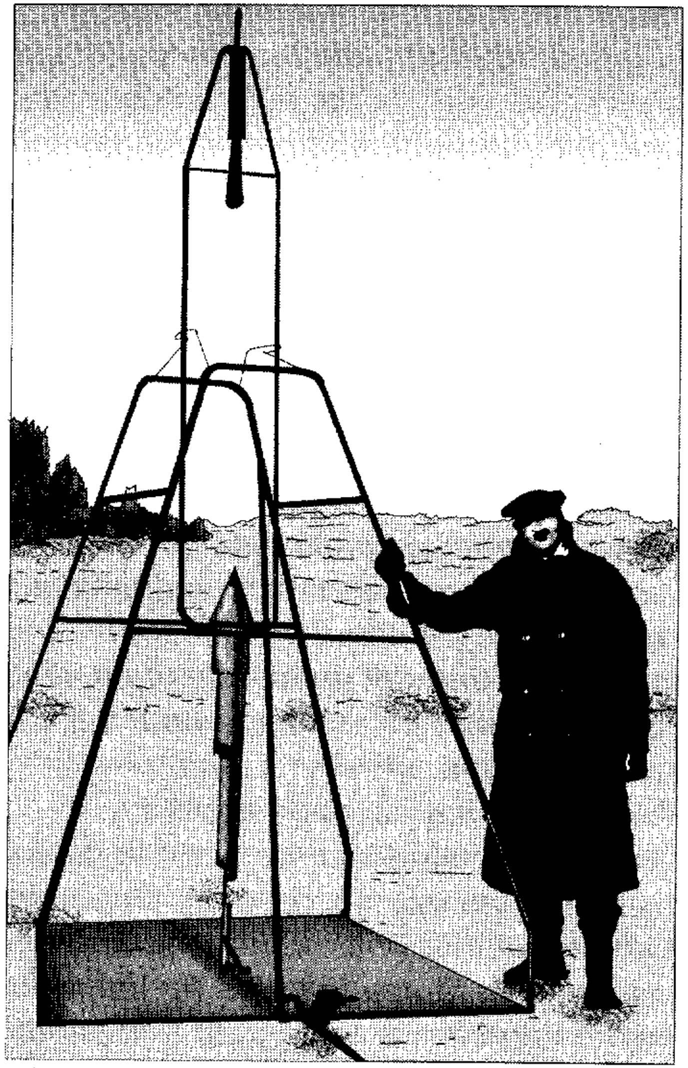
त्यानंतर गोडार्डने पेट्रोल आणि द्रवरूप प्राणवायू इंधन म्हणून वापरणारे रॉकेट बनवले. १६ मार्च १९२६ ला मॅसॅच्युसेट्समधल्या ओबर्न या गावी त्याच्या मावशीच्या शेतावरून असे पहिले रॉकेट प्रत्यक्ष उडवण्याची त्याची तयारी पूर्ण झाली. त्याच्या पत्नीने त्याच्या रॉकेटसोबत त्याचा एक फोटोही घेतला. त्या दिवशी चांगली थंडी होती आणि जमिनीवर बर्फदेखील होता. गोडार्डने मोठा ओव्हरकोट आणि बर्फातले बूट घातले होते आणि वर चढण्यासाठी बनवलेल्या सांगाड्यासारख्या दिसणाऱ्या रॉकेटशेजारी तो उभा होता. सांगाड्याच्या वरच्या टोकावर १२० सेंटिमीटर उंचीचे आणि १५ सेंटिमीटर जाडीचे लहान रॉकेट ठेवलेले होते.

कोणीही वार्ताहर या प्रसंगी उपस्थित नव्हते. खरे तर यात कोणालाच रस नव्हता म्हणून कोणीच बघायला आले नव्हते. तरीही गोडार्ड हा 'अंतरिक्ष प्रवासाचा कोलंबस' होता. अंतराळात जाऊ शकेल अशा प्रकारचे पहिले रॉकेट तो आता उडवणार होता.

गोडार्डने वात पेटवली आणि हा अग्निबाण हवेत ५६ मीटर उंचीपर्यंत पोचला आणि त्याचा वेग ताशी ९६.५ किलोमीटर इतका होता. हा वेग जरी फारसा नसला तरी असे रॉकेट इंजिन चालते हे त्याने दाखवून दिले. आता त्याला याहून मोठे अग्निबाण बनवायचे होते.

वॉशिंग्टनमधील स्मिथ्सोनियन संस्थेकडून काही पैसे मिळवण्यात गोडार्डला यश आले आणि जुलै १९२९ मध्ये मॅसॅच्युसेट्समधील वूर्स्टरजवळून त्याने पहिल्याहून मोठा अग्निबाण उडवला. तो पहिल्यापेक्षा अधिक उंच गेला आणि त्याचा वेगही अधिक होता. यात त्याने एक वायुभारमापक, एक तापमापक आणि एक छोटा कॅमेरा ठेवला होता.

रॉबर्ट गोडार्डचा पहिला द्रवरूप इंधनाचा अग्निबाण – १९२६



हवेच्या वरच्या थराची किंवा अंतराळातील परिस्थितीची चाचणी व नोंद करण्यासाठी, अशी साधने घेऊन जाणारा हा पहिलाच अग्निबाण होय.

गोडार्ड आता अडचणीत येऊ लागला होता. लोकांना तो विचित्र वाटत होता आणि माणूस खरोखर चंद्रावर जाऊ शकेल असे त्याला वाटते हे समजल्यावर लोक त्याची चेष्टाच करत असत. 'न्यूयॉर्क टाइम्स' या दैनिकाने अग्रलेख छापला की गोडार्ड वेडसर असला पाहिजे, कारण अंतराळात हवा नसल्याने अग्निबाण तेथे जाऊच शकणार नाही. या अग्रलेखावरून त्याचा लेखक अडाणी होता आणि त्याला क्रिया-प्रतिक्रिया यातले काहीच समजले नव्हते हेच सिद्ध झाले.

एकदा गोडार्ड अग्निबाण उडवत असताना खूप मोठा आवाज झाला. शेजार-पाजारच्या लोकांनी अग्निशमन दलाला आणि पोलिसांना बोलावले व त्यांनी गोडार्डला त्याचे अग्निबाणाचे प्रयोग थांबवणे भाग पाडले.

सुदैवाने, चार्ल्स लिंडबर्ग या वैमानिकाला या प्रयोगांची माहिती मिळाली आणि त्याने आपला प्रभाव वापरून गोडार्डसाठी पैसे मिळवून दिले. त्या पैशातून गोडार्डने न्यू मेक्सिकोत जागा घेऊन आपले प्रयोग चालू ठेवले. ही जागा एकाकी होती त्यामुळे त्याच्या रॉकेटच्या आवाजाचा इतर कोणाला त्रास होणार नव्हता.

इथे त्याने मोठाली रॉकेट बनवली व पुढल्या अनेक वर्षात अग्निबाणात वापरल्या जाणाऱ्या तंत्रज्ञानासंबंधातील अनेक शोधही लावले.

उदाहरणार्थ, एकाहून अधिक टप्प्याच्या अग्निबाणाचा त्याने शोध लावला. अशा अग्निबाणातील सर्वात खालचा भाग म्हणजे पहिला टप्पा, यात इंधन आणि प्राणवायू भरलेला असतो आणि त्याच्या ज्वलनामुळे अग्निबाण हवेत उंच जाऊ शकतो. हे ज्वलन पूर्ण झाले की अग्निबाणाचा वजनदार पहिला टप्पा गळून पडतो आणि त्याच्यावरच्या म्हणजे दुसऱ्या भागातील इंधन व प्राणवायू याचे ज्वलन सुरू होते.

दुसऱ्या टप्प्याच्या ज्वलनामुळे अग्निबाण अधिक गतीने आणखी उंच जातो; कारण आता पहिल्या टप्प्याचा भाग गळून गेल्यामुळे त्याचे वजनही कमी झालेले असते. त्यानंतर दुसरा टप्पाही गळून पडतो आणि तिसरा टप्पा सुरू होतो.

सर्व इंधन आणि प्राणवायू एकाच टप्प्यात घेऊन जाण्यापेक्षा अशा रीतीने अग्निबाण अधिक वेगाने आणि अधिक उंचीवर पोचू शकतो.

गोडार्डचे कार्य संपेपर्यंत अग्निबाणविषयक संशोधनातून त्याने २१४ पेटंट मिळवले होते. १९३० ते १९३५ च्या दरम्यान त्याने सोडलेल्या अग्निबाणांचा वेग ताशी ८८५ किलोमीटरपर्यंत पोचला होता आणि त्यांनी २.४ किलोमीटरची उंची गाठली होती.

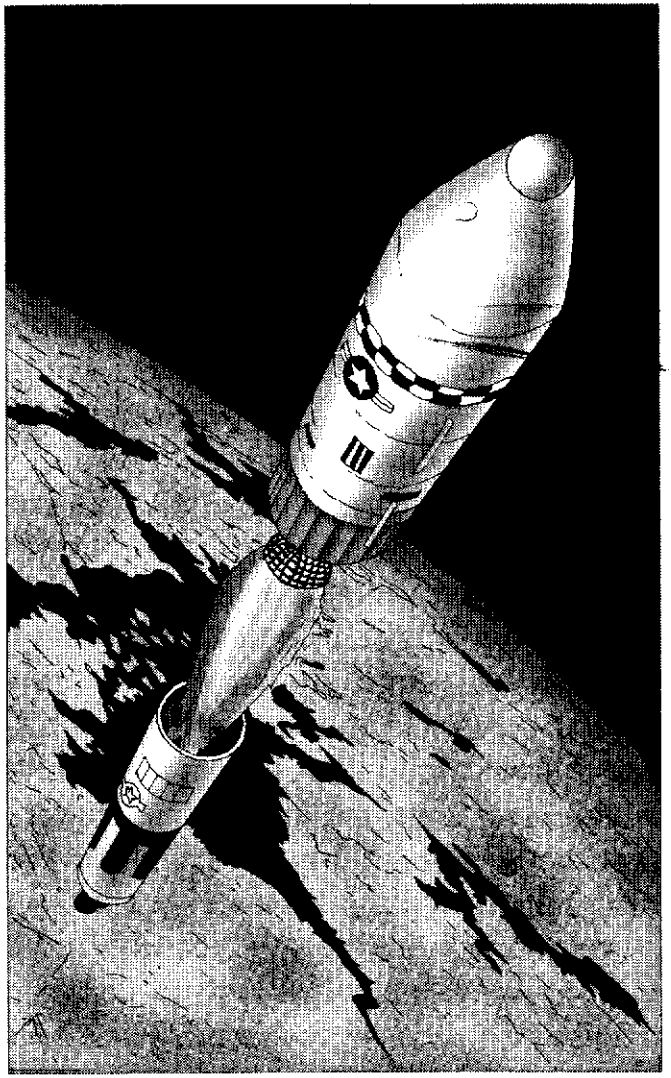
या संपूर्ण संशोधनाच्या काळात गोडार्डच्या कामात कोणालाच रुची नव्हती. असे काही संशोधनकार्य चालू आहे हे देखील कोणाला माहीत नव्हते. अमेरिकेच्या सरकारने त्याला प्रोत्साहन देण्यासाठी निश्चितच काही केले नाही.

जर्मनीतील परिस्थिती मात्र वेगळी होती. हेर्मान ओबर्थ या जर्मन वंशाच्या रुमेनियन लेखकाने १९२३ साली एक पुस्तक प्रसिद्ध केले तेव्हापासून लोकांचे अग्निबाणांकडे लक्ष वेधले गेले होते. त्याच्या कल्पनाही त्सिओल्कोव्स्की आणि गोडार्ड यांच्या कल्पनांशी मिळत्या जुळत्याच होत्या.

१९२७ साली जर्मनीत 'अंतराळ प्रवास संस्था' स्थापन करण्यात आली. विली ले हा तरुण संस्थेच्या सुरुवातीच्या सदस्यांपैकी एक होता. त्याने वेर्नर वॉन ब्रॉन या आणखी एका तरुणाची संस्थेच्या सदस्यांना ओळख करून दिली.

या संस्थेने द्रवरूप इंधनाचे अग्निबाण बनवून ८५ अग्निबाण यशस्वीरित्या उडवले. त्यापैकी एक सुमारे १.५ किलोमीटर उंचीपर्यंत

दोन टप्प्यांचा अग्निबाण



पोचला. गोडार्डला एकट्याने काम करून जितके यश मिळाले होते तेवढे यश या संस्थेला मिळाले नव्हते परंतु त्यांना महत्त्वाची मदत मिळू लागली.

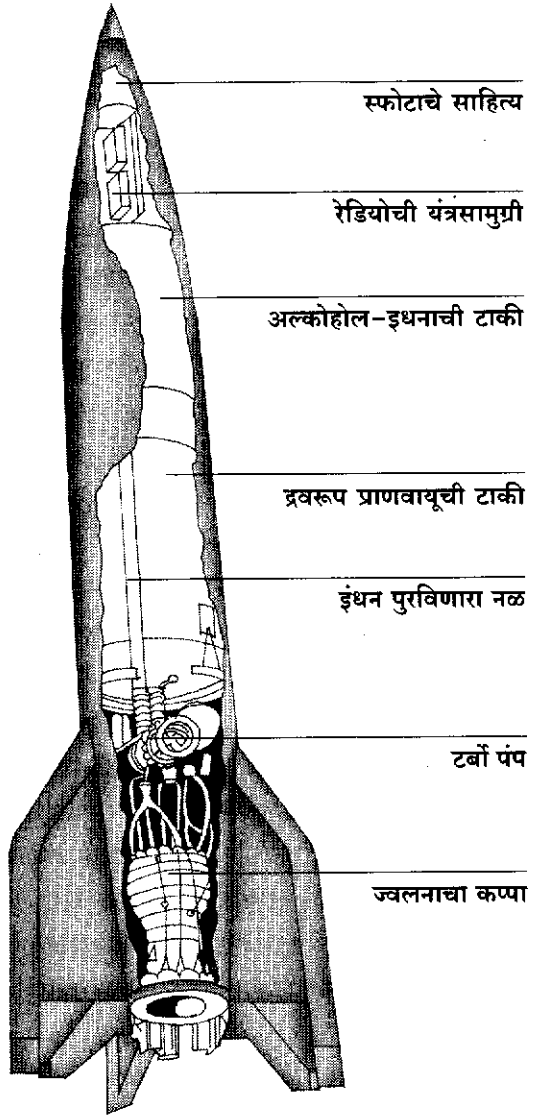
१९३३ साली ॲडॉल्फ हिटलर जर्मनीचा राज्यकर्ता बनला. तो कठोर आणि क्रूर होता. जर्मनीला सर्वाधिक शक्तिशाली बनवून आजूबाजूच्या देशांशी युद्ध करून जास्तीत जास्त देश आपल्या आधिपत्याखाली आणण्याची त्याची इच्छा होती. अग्निबाण हे युद्धाचे चांगले साधन आहे, असे वाटल्यावरून त्याने संस्थेच्या कार्याला पाठिंबा दिला.

हिटलरच्या विचारांचा विली ले याने धसकाच घेतला आणि लगेच त्याने जर्मनी सोडली. पण वेर्नर वॉन ब्रॉन मात्र मागे राहिला आणि हिटलरच्या रॉकेटविषयक कामाचा प्रमुख बनला.

१९३६ साली जर्मनीच्या ईशान्य भागात बाल्टिक समुद्रकिनाऱ्यावर अग्निबाणांच्या संशोधनासाठी एक गुप्त प्रयोगशाळा उभारण्यात आली. सरकारकडून मिळणाऱ्या मुबलक पैशाच्या सहाय्याने वेर्नर वॉन ब्रॉनचे कार्य प्रगती करू लागले. १९३८ पर्यंत १७ किलोमीटरपर्यंत उडतील असे अग्निबाण तो बनवू लागला.

पुढच्याच वर्षी युरोपमध्ये दुसऱ्या महायुद्धाची सुरुवात झाली. वेर्नर वॉन ब्रॉनने क्षेपणास्त्रे बनवावीत असे हिटलरने सुचविले. क्षेपणास्त्रे म्हणजे शत्रुप्रदेशात शेकडो किलोमीटरच्या अंतरावर अचूक नेमाने स्फोटके घेऊन जातील असे अग्निबाण. ते अशा वेगाने जातील की विमाने किंवा विमानविरोधी तोफा त्यांना पाडू शकणार नाहीत.

अशा तऱ्हेचे पहिले अस्त्र म्हणजे 'व्ही-१' नावाचे स्वयंचलित विमान. 'व्ही' हे अक्षर 'सूड' या अर्थाचा जर्मन शब्द 'व्हेर्जेलटुंग' यावरून घेण्यात आले होते. १९४४ सालापर्यंत वेर्नर वॉन ब्रॉनने खूपच सुधारलेले क्षेपणास्त्र



बनवले होते. हा खराच अग्निबाण होता आणि आवाजाच्या वेगापेक्षा अधिक वेगाने तो जात असे. हेच 'व्ही-२ रॉकेट' होय.

जर्मनीने एकूण ४,३०० व्ही-२ रॉकेट्स उडवली आणि त्यापैकी १,२३० लंडनवर पडली. या हल्ल्यात २,५११ इंग्रज लोक मरण पावले आणि ५,८६९ गंभीररित्या जखमी झाले. जगाच्या सुदैवाने व्ही-२ रॉकेटचा शोध उशिरा लागल्यामुळे हिटलरचा विजय झाला नाही. अग्निबाण उडवायची सुरुवात होईपर्यंत तो जवळजवळ युद्ध हरत आलाच होता आणि त्याच्यावर चाल करून येत असलेले सैन्य थोपवण्यास हे अग्निबाण पुरेसे नव्हते. ८ मे १९४५ ला जर्मनीने हार मान्य केली.

गोडार्ड आपल्या मृत्यूपूर्वी व्ही-२ रॉकेट उडताना पाहू शकला. १० ऑगस्ट १९४५ रोजी तो मरण पावला.

व्ही-२ रॉकेटमुळे अमेरिका आणि रशिया या दोन्ही देशांचे रॉकेटकडे लक्ष वेधले गेले ही एक महत्त्वाची घटना होती. या दोन्ही देशांना एकमेकांची भीती वाटत होती म्हणून दोन्ही देशांना मिळतील तेवढी शस्त्रास्त्रे हवीच होती. या दोन्ही देशांची सैन्ये जेव्हा जर्मनीत पोचली त्यावेळी त्यांनी जर्मनीच्या रॉकेटविषयक शास्त्रज्ञांना पकडण्याचा प्रयत्न केला. अमेरिकेला वॉन ब्रॉन मिळवण्यात यश आले.

त्यानंतर दोन्ही देशांनी अधिक सुधारित आणि मोठाली क्षेपणास्त्रे बनवण्याचा आटोकाट प्रयत्न केला. १९५० च्या सुमारास बनवण्यात येणाऱ्या महकाय क्षेपणास्त्रांपुढे व्ही-२ रॉकेट म्हणजे केवळ खेळणीच ठरली. अखेर अमेरिका व रशिया या दोन्ही देशांकडे पृथ्वीवर कुठेही नेम धरून अचूक मारा करू शकतील अशी क्षेपणास्त्रे तयार झाली. इतकेच नव्हे तर व्ही-२ प्रमाणे साधी क्षेपणास्त्रे न वापरता ते आता अणुबॉम्ब नेणार होते.

दोन्ही देशांकडे आता एकमेकांचा आणि कदाचित जगाच्या मोठ्या

भागाचा नाश करू शकतील अशी शस्त्रास्त्रे होती. त्सिओल्कोव्स्की आणि गोडार्ड यांना असे काही निश्चितच अभिप्रेत नसणार. त्यांना रॉकेट हवी होती ती अंतराळ संशोधनासाठी.

तेही घडत होतेच. अमेरिकेने जर्मनीवर आक्रमण केले तेव्हा अनेक व्ही-२ रॉकेट मिळवली होती आणि त्यांनी त्यांचा उपयोग शास्त्रीय संशोधनासाठी केला. कुठल्याही शहरावर त्यांचा मारा न करता ती रॉकेट त्यांनी थेट हवेत उंच उडवली. या व्ही-२ अग्निबाणात स्फोटके नव्हती तर वातावरणातील घटकांच्या अभ्यासासाठी पाठवलेली उपकरणे होती. यापैकी एक व्ही-२ १८३.४ किलोमीटर इतक्या उंचीवर पोचले. ही उंची आतापर्यंत कोणत्याही फुग्याने किंवा विमानाने गाठलेल्या उंचीच्या चौपट होती.

१९४९ साली अमेरिकेने एक छोटे अमेरिकन रॉकेट व्ही-२ वर बसवले. व्ही-२ ने शक्य तेवढी सर्वाधिक उंची गाठल्यावर हे छोटे रॉकेट उडवले गेले आणि त्याने ३८६ किलोमीटरची उंची गाठली. १६० किलोमीटरहून अधिक उंची गाठल्यास ते रॉकेट अंतराळात गेले असे म्हणता येते.

तरीही, एखादे रॉकेट हवेत उंच उडल्यावर जर त्याला पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने खाली खेचले तर ते केवळ काही मिनिटेच अंतराळात राहू शकते. तेवढ्या कमी वेळात अंतराळाचा बारकाईने अभ्यास करणे कठीण आहे.

एखादे रॉकेट पृथ्वीवर परतून खाली न येता बराच काळपर्यंत अंतराळात ठेवण्याचा काही मार्ग असेल का?

हो, असा मार्ग आहे आणि १९५० च्या दशकात अमेरिका आणि रशिया या दोन्ही देशांनी त्याचा विचार करायला सुरुवात केली.

■

५ उपग्रह आणि अंतराळयाने

समजा, एखादे रॉकेट १६० किलोमीटर किंवा त्याहून अधिक उंचीवर गेल्यावर त्याला वळवून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला समांतर अशी दिशा दिली. ते रॉकेट खाली पडू लागेल पण पृथ्वीचा पृष्ठभाग गोलाकार आहे आणि रॉकेटच्या विरुद्ध दिशेने वक्राकार होत आहे.

ज्या गतीने पृथ्वीचा पृष्ठभाग वक्राकार होतो त्याच गतीने हे रॉकेट खाली पडू लागेल इतका वेग त्याला दिला आहे. अशा परिस्थितीत रॉकेट जमिनीवर पोचतच नाही. ते पृथ्वीच्या भोवतीच फिरत राहते. म्हणजे ते पृथ्वीच्या 'भ्रमणकक्षेत' आहे. अशा रॉकेटला उपग्रह किंवा 'सॅटेलाइट' असे म्हणतात. चंद्र हा पृथ्वीचा नैसर्गिक उपग्रह आहे. कक्षेत फिरणारे रॉकेट हा कृत्रिम उपग्रह होय.

सुमारे ३०० वर्षांपूर्वी, आयझॅक न्यूटनने कृत्रिम उपग्रहांची शक्यता वर्तवली होती. उपग्रहाला भ्रमणकक्षेत ठेवणे हे मात्र वेगावर अवलंबून आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे १६० किलोमीटर उंचीवरील कक्षेत फिरत राहण्यासाठी त्या उपग्रहाला किमान सेकंदाला ८ किलोमीटर या वेगाने प्रवास करणे भाग आहे.

१९५० पर्यंत अमेरिका आणि रशिया या दोन्ही देशांकडे इतका वेग घेऊ शकतील अशी शक्तिशाली रॉकेट नव्हती. १९५५ साली, आपण एक उपग्रह भ्रमणकक्षेत सोडण्याचा प्रयत्न करणार आहोत असे अमेरिकेने जाहीर केले. रशियाही तसेच करण्याचा प्रयत्न करेल असे रशियानेही जाहीर केले.

अमेरिका रशियाच्या आधी उपग्रह सोडण्यात यशस्वी होईल अशी

बहुतेक सर्व अमेरिकन लोकांना खात्री होती पण घडले निराळेच. ४ ऑक्टोबर १९५७ रोजी रशियाच्या पहिल्या कृत्रिम उपग्रहाने पृथ्वीभोवती सर्वप्रथम भ्रमण केले. त्सिओल्कोव्स्कीची जन्मशताब्दी साजरी करण्यासाठी म्हणजे १७ सप्टेंबरला असा उपग्रह सोडण्याची त्यांची इच्छा होती, पण थोडा उशीर झाला. म्हणून ४ ऑक्टोबर १९५७ ही अंतराळयुगाची सुरुवात मानली जाते.

थोड्याच दिवसात अमेरिकेनेही आपले उपग्रह सोडण्यास सुरुवात केली. ३१ जानेवारी १९५८ रोजी वॉन ब्रॉनने अमेरिकेचा पहिला उपग्रह अंतराळात पाठवला. त्यानंतरच्या काही वर्षात दोन्ही देशांनी शेकडो उपग्रह अंतराळात सोडले.

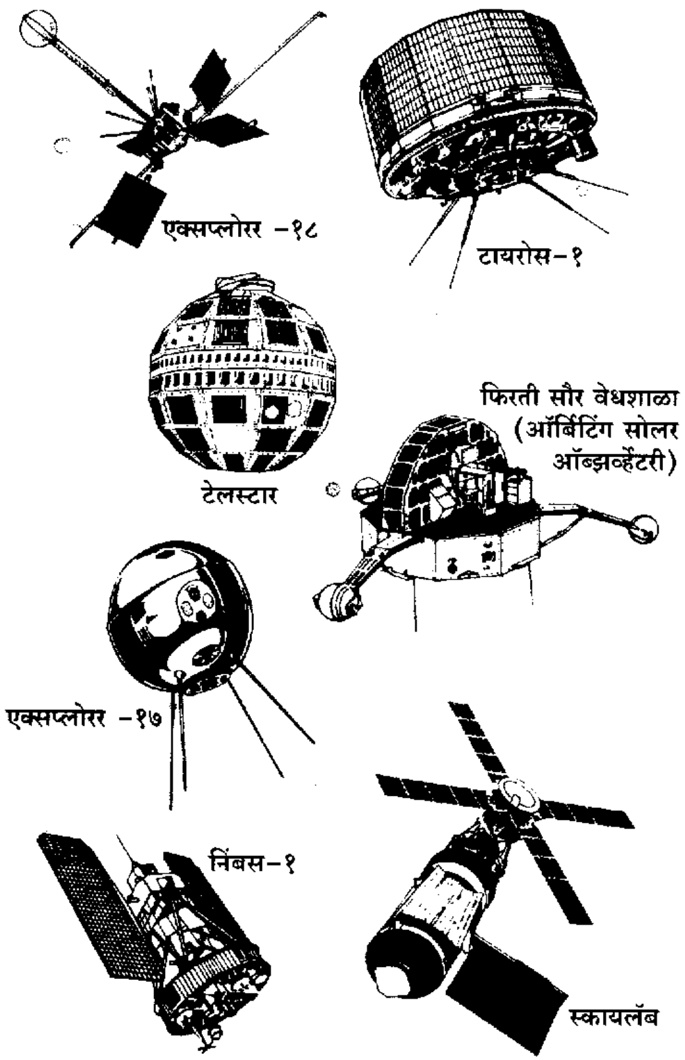
हे उपग्रह पृथ्वीवरील परिस्थितीचा अभ्यास करतात. काही उपग्रह अंतराळातून पृथ्वीची छायाचित्रे घेतात. अशा तऱ्हेने शास्त्रज्ञ ढगांचा अभ्यास करून हवामान अधिक चांगल्या रीतीने समजून घेऊ शकतात. चक्रीवादळे सुरुवातीपासून पाहता येतात आणि त्यांच्यावर लक्ष ठेवता येते.

काही उपग्रह पृथ्वीवरील एका ठिकाणाहून आलेला संदेश दुसऱ्या ठिकाणी पाठवू शकतात. यामुळेच पृथ्वीवरील एका ठिकाणी बसून दुसरे एखादे ठिकाण दूरचित्रवाणीवर पाहणे शक्य झाले आहे.

पृथ्वीच्या कक्षेत एखादा उपग्रह कसा फिरतो यावरून पृथ्वीवरील निरनिराळ्या ठिकाणांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा अभ्यास करता येतो. याप्रकारे पृथ्वीच्या प्रत्यक्ष आकाराचा अभ्यास करता येतो. पृथ्वीचा नकाशा अचूकपणे तयार करणेही शक्य होते.

काही उपग्रह पृथ्वीवरील हवेच्या कवचातून पृथ्वीपर्यंत पोचणाऱ्या किरणोत्सर्गाचा वातावरणाबाहेरून अभ्यास करतात. हवेशी संपर्क होण्याआधीच उपग्रह याचा अभ्यास करतात. सूर्यातून व आकाशाच्या

सुधारित आधुनिक उपग्रह



इतर भागातून होणाऱ्या किरणोत्सर्गाचा ते अभ्यास करतात. अंतराळासंबंधी बरीच माहिती अशा प्रकारे जमविण्यात आली आहे आणि उपग्रहांशिवाय शास्त्रज्ञांना विश्वासंबंधी ही माहिती मिळू शकली नसती.

उदाहरणार्थ, काही उपग्रहांनी वातावरणाबाहेरील विद्युतभारित अणूंचा अभ्यास केला. पृथ्वीभोवती असे मोठे पट्टे त्यांना आढळून आले. 'वॅन ॲलन किरणोत्सर्गी पट्टे' या नावाने ओळखले जाणारे हे पट्टे सूर्याच्या विरुद्ध बाजूला पृथ्वीच्या लांब शेपटासारखे आहेत. शास्त्रज्ञांना याचे खूपच आश्चर्य वाटले. असे काही असू शकेल अशी त्यांना कल्पनाच नव्हती.

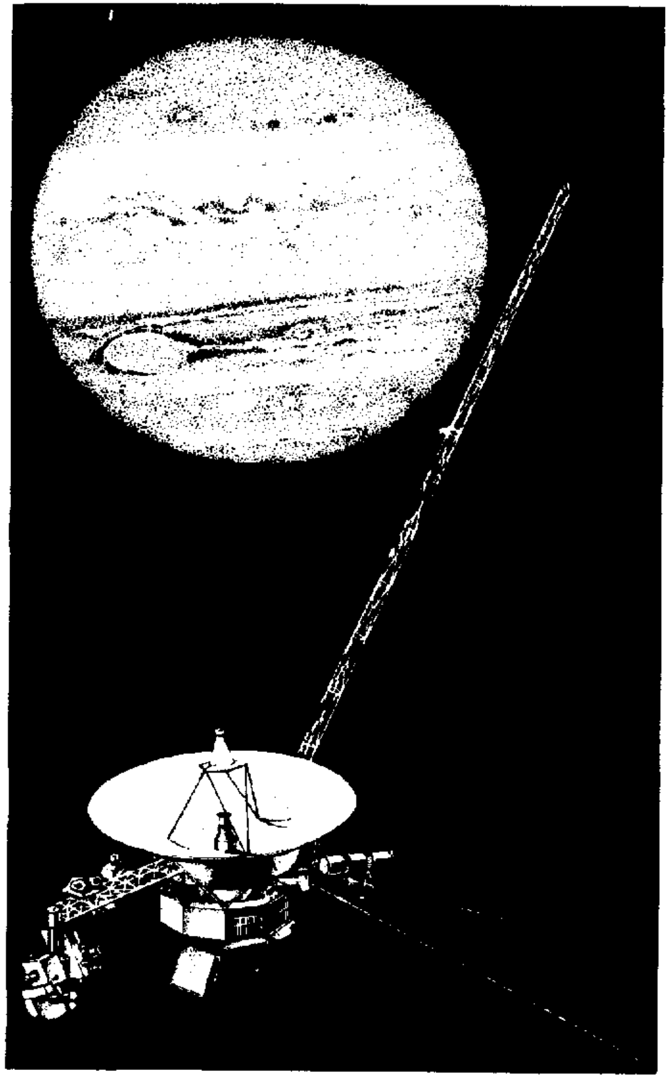
एखादा उपग्रह जर याहून अधिक वेगाने जाऊ शकला, तर तो पृथ्वीपासून दूर निघून जाईल. सेकंदाला ११.२ किलोमीटर हा पृथ्वीपासून कायमचे दूर निघून जाण्याचा वेग आहे, हे तुमच्या लक्षात आहे ना?

२ जानेवारी १९५९ रोजी रशियाने एक वेगवान उपग्रह सोडला, तो चंद्राजवळून गेला आणि कधीच परत आला नाही. तो सूर्याच्या कक्षेत भ्रमण करू लागला. त्याने चंद्राजवळील अवकाशातील घटकांचा अभ्यास करून रेडियोच्या सहाय्याने ती माहिती पाठवली. हे शोधकार्यासाठी वापरण्यात आलेले पहिले 'शोधयान' (प्रोब) होय.

१२ सप्टेंबर १९५९ रोजी रशियाने एक अवकाशयान इतके अचूकपणे पाठवले की ते थेट चंद्रावर आदळले. पृथ्वीबाहेरच्या दुसऱ्या एखाद्या जगाच्या पृष्ठभागावर पोचलेली ही पहिलीच मानवनिर्मित, कृत्रिम वस्तू होय.

१९५९ सालच्या ऑक्टोबर महिन्यात रशियाने कॅमेरा बसवलेले एक शोधयान चंद्राभोवती पाठवले. चंद्राच्या अंधारात असणाऱ्या बाजूची छायाचित्रे घेऊन ती त्याने प्रथमच पृथ्वीवर पाठवली. पृथ्वीवरून नेहमी

गुरूकडे जाणारा 'व्हायेजर-१' उपग्रह



चंद्राची एकच बाजू दिसते आणि दुसरी बाजू आतापर्यंत कोणालाच दिसली नव्हती.

त्यानंतर अमेरिकेनेही शोधयाने पाठवण्यास सुरुवात केली. त्यापैकी काही चंद्राच्या कक्षेत भ्रमण करू लागली आणि चंद्राच्या प्रत्येक भागाचा, सर्व तपशिलांसह अचूक नकाशा बनवण्यात आला.

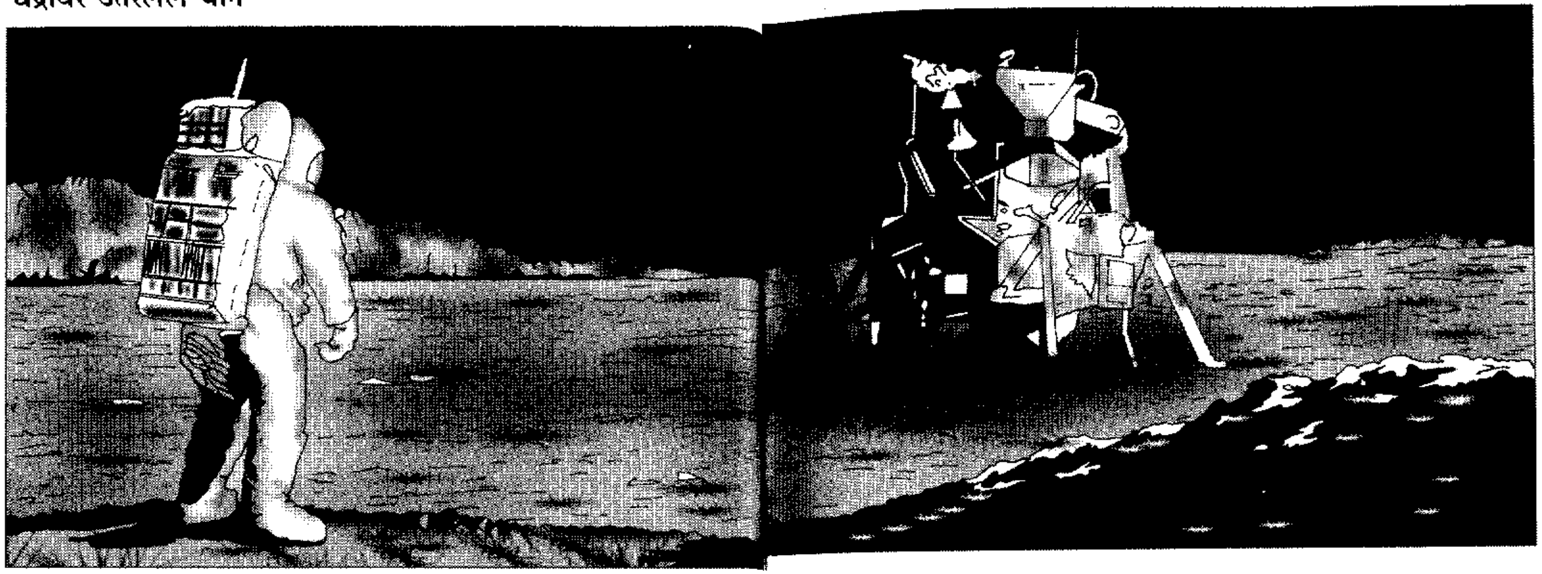
काही मोडतोड न होता शोधयाने अलगदपणे चंद्रावर उतरवण्यात आली. चंद्राच्या पृष्ठभागाची ते अगदी जवळून छायाचित्रे घेऊ शकले आणि त्यांनी चंद्राच्या पृष्ठभागाचे रासायनिक पृथक्करणही केले. रशिया आणि अमेरिका या दोन्ही देशांनी या गोष्टी केल्या पण अमेरिकेच्या संशोधनाचे निकाल अधिक चांगले आणि तपशिलवार होते.

इतर शोधयाने अधिक दूरवर पोचली. अमेरिकेची शोधयाने उपकरणे घेऊन शुक्राच्या पलीकडे गेली आणि पूर्वीच्या कल्पनेपेक्षा शुक्राचे तापमान अधिक आहे असा त्याने शोध लावला. अमेरिकेची आणखी काही शोधयाने मंगळ आणि बुधापर्यंत गेली, तेथे त्यांनी अगदी जवळून छायाचित्रे घेतली व त्यावरून त्यांचे तपशिलवार नकाशे बनवणे शक्य झाले.

बुध पुष्कळसा चंद्रासारखा दिसतो. बुधाच्या काही भागात चंद्राप्रमाणेच विवरे असली तरी बुधाच्या पृष्ठभागावर ज्वालामुखी आणि खोल दऱ्याही आहेत. काही भागात पाणी नसलेल्या नदीच्या पात्रांसारखे प्रदेशही आढळतात.

१९७०च्या दशकात आणि १९८० च्या दशकाच्या सुरुवातीच्या काळात अमेरिकेची शोधयाने गुरू आणि शनी यासारख्या मोठ्या आणि दूरच्या ग्रहांपलीकडे गेली. त्यांच्या उपग्रहांची छायाचित्रे घेण्यात आली आणि सर्वच ठिकाणी मोठाली विवरे दिसून आली. कॅलिस्टो या गुरूच्या उपग्रहावर मऊसर बर्फाचे आवरण आहे आणि इयो या त्याच्या उपग्रहावर

चंद्रावर उतरलेले यान



अनेक जिवंत ज्वालामुखी आढळले. टायटन या शनीच्या उपग्रहावर नत्रवायूचे जाड आवरण आहे. शनीभोवतालची कडी शेकडो लहान लहान कड्यांमुळे बनलेली दिसली.

रशियाच्या शोधयानांना तुलनेने अमेरिकेच्या शोधयानांइतके यश मिळाले नाही. रशियाची काही शोधयाने शुक्रावर उतरली व त्यांनी तिथल्या पृष्ठभागावरील तापमान व हवेचा दाब यांच्या नोंदी केल्या.

माणसाला अशा यानातून भ्रमण करत कक्षेत पाठवता येईल का? माणसाला अंतराळात पाठवता येईल का? हजारो वर्षांपासून विज्ञान कथालेखकांनी माणसाने केलेल्या अंतराळप्रवासाची काल्पनिक चित्रे रंगवली आहेत. हे खरेच शक्य आहे का?

हे अशक्य असण्याचे काहीच कारण नाही. अमेरिका आणि रशिया या दोन्ही देशांनी प्राणी अंतराळात पाठविण्याचे प्रयोग केले. ३ नोव्हेंबर १९५७ ला पाठवलेल्या रशियाच्या दुसऱ्या उपग्रहात जिवंत कुत्रा होता. या कुत्र्याने यशस्वीरीत्या उड्डाण केले आणि काही क्लेश न होता विष देऊन त्याचा मृत्यू घडवून आणेपर्यंत तो जिवंत होता. त्याला पृथ्वीवर परत आणण्याचा मात्र काही मार्ग नव्हता.

त्यानंतर प्राण्यांना अंतराळात पाठवून पृथ्वीवर सुरक्षितपणे परतही आणता आले. अमेरिकेने एका चिंपांझीला अंतराळात पाठवून सुरक्षितपणे परत आणले. दोन्ही देशांनी माणसांना अंतराळप्रवासासाठी प्रशिक्षण देण्यास सुरुवात केली. अमेरिकेत या अंतराळवीरांना 'ॲस्ट्रोनॉट' तर रशियात 'कॉस्मोनॉट' म्हणतात.

रशियाने माणसाला सर्वप्रथम अंतराळात पाठवले. १२ एप्रिल

१९६१ रोजी रशियाने युरी गॅगारिन यास अंतराळात पाठवले, त्याने पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा केली आणि त्याला सुखरूपपणे पृथ्वीवर परत आणण्यात आले. अंतराळात गेलेला तो पहिला मनुष्यप्राणी होय. (सात वर्षानंतर एका विमान अपघातात तो मृत्यू पावला.)

जॉन ग्लेन या अमेरिकेच्या पहिल्या अंतराळवीराला २० फेब्रुवारी १९६२ रोजी अंतराळात पाठवण्यात आले. पृथ्वीवर परतण्यापूर्वी त्याने पृथ्वीभोवती तीन प्रदक्षिणा केल्या.

त्यानंतरच्या काळात अमेरिका आणि रशिया या दोन्ही देशांनी माणसे घेऊन जाऊ शकतील, असे अधिकाधिक प्रगत उपग्रह बनवले . काही उपग्रहांनी दोन तर काहींनी तीन माणसे अंतराळात नेली. १६ जून १९६३ ला रशियाने पाठवलेल्या उपग्रहात पहिली महिला अंतराळवीर होती.

माणसे अधिकाधिक काळ अंतराळात राहू लागली. सुरुवातीला काही तास, नंतर काही दिवस आणि काही आठवडेदेखील. १९७५ साली तीन अमेरिकन अंतराळवीर स्कायलॅब नावाच्या अंतरिक्षातील एका मोठ्या प्रयोगशाळेत रॉकेटद्वारे पोचले आणि तेथे तीन महिने राहून त्यानंतर सुरक्षितपणे ते पृथ्वीवर परत आले.

१९६० च्या दशकात उपग्रह हे अधिकाधिक रॉकेटयानाप्रमाणे होऊ लागले. ते केवळ पृथ्वीभोवतीच्या कक्षेत भ्रमण करत एवढेच नव्हे तर त्यातून प्रवास करणारे लोक त्यावर नियंत्रण ठेवू शकत होते. दोन उपग्रह एकमेकांना जोडून प्रवासी एकातून दुसऱ्यात जाऊ शकत होते. विशेष प्रकारचे कपडे (स्पेससूट) घालून ते यानाबाहेर येऊन अंतराळात काही काळ फिरून यानात परत जाऊ शकत होते.

अशा तऱ्हेच्या प्रयोगातील अमेरिकेची प्रगती रशियाच्या तुलनेत अधिक होती. अपोलो रॉकेटचा वापर करून १९७० पूर्वी चंद्रावर पोचण्याच्या दृष्टीने त्यांची तयारी सुरू झाली.

या प्रयत्नात काही दुःखद घटनाही घडल्या. २७ जानेवारी १९६७ रोजी अपोलो यानाच्या जमिनीवरील चाचणीच्या वेळी लागलेल्या आगीत तीन अमेरिकी अंतराळवीर मृत्युमुखी पडले. आगीचा धोका कमी करण्यासाठी रॉकेटच्या बांधणीत बदल करण्यात आल्याने चंद्रावर पोचणे लांबणीवर पडले.

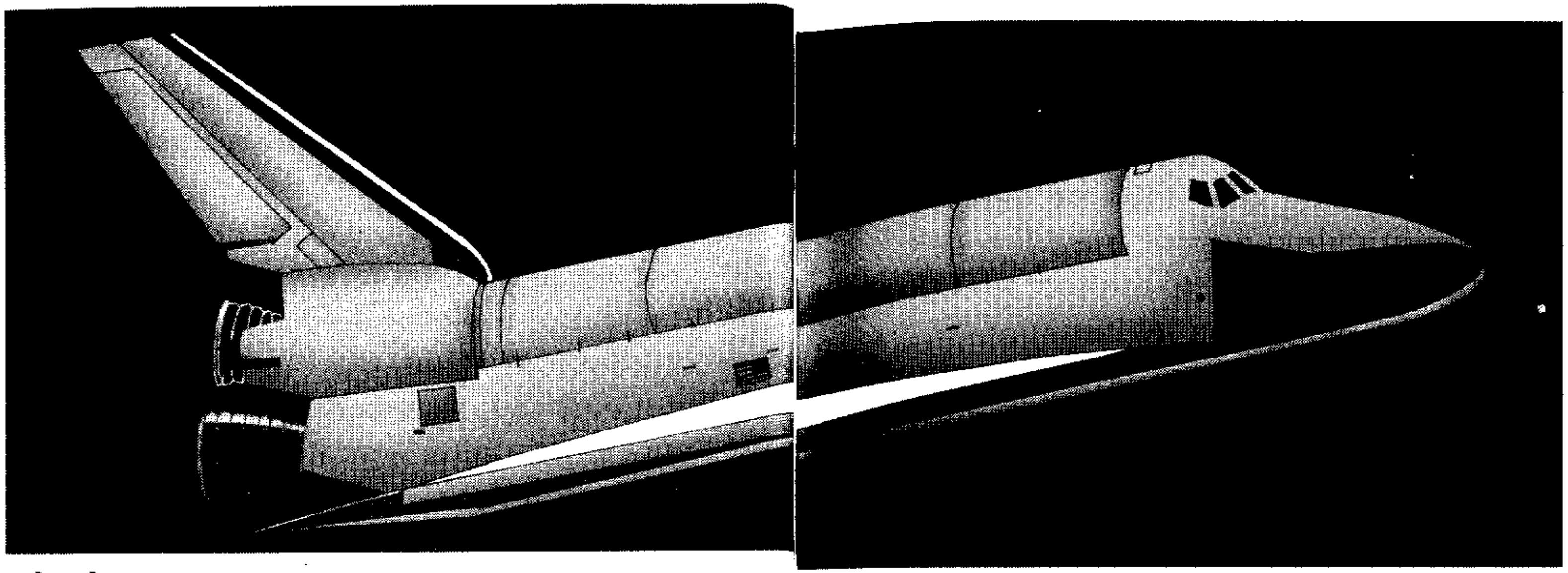
रशियालाही काही दुर्घटनांना तोंड द्यावे लागले. एप्रिल १९६७ मध्ये रॉकेटयान पृथ्वीवर परत येत असताना एक रशियन अंतराळवीर मरण पावला.

पण एवढ्याने अमेरिकेने आपले प्रयत्न थांबवले नाहीत. डिसेंबर १९६८ मध्ये चंद्रावर सोडलेल्या अपोलो यानाने चंद्राच्या पृष्ठभागापासून ११२ किलोमीटर उंचीवर चंद्राभोवती १० प्रदक्षिणा केल्या आणि ते पृथ्वीवर सुखरूप परत आले.

चंद्राजवळ जाण्याचे आणखीही प्रयत्न करण्यात आले व त्यानंतर जुलै १९६९ मध्ये तीन लोकांना घेऊन अपोलो ११ हे यान चंद्रावर पाठवण्यात आले. त्यापैकी एकजण चंद्राभोवती फेऱ्या मारत राहिला व इतर दोघे यानाच्या एका भागासह चंद्रावर उतरले. २० जुलै १९६९ रोजी नील आर्मस्ट्राँग हा पृथ्वीखेरीज दुसऱ्या जगाच्या पृष्ठभागावर सर्वप्रथम पाऊल ठेवणारा पहिला मानव ठरला. त्याचे पाऊल चंद्रावर पडले त्यावेळी तो म्हणाला, 'मानवाचे हे पहिले पाऊल म्हणजे मानवजातीसाठी मोठी प्रचंड उडी आहे'.

त्या महान दिवसापासून आणखी पाच अपोलो याने चंद्रावर उतरली आहेत. प्रत्येक वेळी ती पहिल्याहून अधिक काळ चंद्रावर राहिले आणि निरनिराळ्या प्रयोगातून त्यांनी चंद्रावर संशोधन केले. चंद्रावरील काही दगड घेऊन प्रत्येक यान आतील माणसांसह पृथ्वीवर सुखरूप परत

अमेरिकेचे अंतराळयान - कोलंबिया १९८०



आले आहे.

रशियाने अद्याप चंद्रावर माणसे पाठवली नाहीत परंतु स्वयंचलित याने पाठवून त्यांनी चंद्रावरील काही सामुग्री पृथ्वीवर आणली आहे. त्यांनी पाठवलेल्या स्वयंचलित वाहनांनी अनेक आठवडेपर्यंत चंद्रावर प्रवास करून तेथील माहिती पाठवली आहे.

डिसेंबर १९७२च्या अपोलोच्या शेवटच्या प्रवासानंतर अमेरिकेतील चंद्रासंबंधीचे आकर्षण कमी झालेले दिसते. आणखी कोणाला चंद्रावर पाठवण्याचा त्यांचा विचार दिसत नाही, पण अंतराळासंबंधीचे इतर संशोधन मात्र चालूच आहे.

म्हणजे माणूस आता अंतराळात जाणारच नाही, असा याचा अर्थ समजायचा का?

बहुधा नाही. प्रिन्स्टनच्या जिरार्ड पी ओ'नील यांनी १९७४ साली असे सुचविले की माणूस अंतराळात वसाहती बांधू शकेल. चंद्रावर खाणी स्थापन करून त्यातील खनिजे वापरून काच किंवा धातूची नळकांडी, चेंडूसारख्या गोल किंवा मेदूवड्याच्या आकाराच्या वस्तू चंद्राभोवती भ्रमण करताना बनवता येतील. हजारो किंवा लाखो लोक अशा वसाहतीत राहू शकतील.

अशा वसाहतीतील लोक सूर्यापासून मिळणारी ऊर्जा एकत्रित करून पृथ्वीकडे पाठवण्याच्या मोठाल्या यंत्रणा उभारू शकतील. अशा रीतीने पृथ्वीवरील खनिजतेल आणि कोळसा संपला तरीही पृथ्वीवरील व्यवहार चालू शकतील.

हे आपण खरेच करू शकू का? काही लोकांना हे शक्य वाटत

नाही. अंतराळातील वसाहतींची व तेथे राहण्याची कल्पना प्रत्यक्षात येणे, हे त्यांना केवळ स्वप्नरंजन वाटते.

पण चंद्रावर पोचून त्यावर चालणे हे देखील स्वप्नरंजन वाटत असे त्याला काही फार काळ लोटलेला नाही.

अमेरिकेची अंतराळात ये-जा करणारी वाहने हे या दृष्टीने एक आशादायी चिन्ह आहे. २९ डिसेंबर १९८० रोजी कोलंबिया हे पहिले अवकाशवाहन सुरक्षितपणे पृथ्वीभोवती अनेक प्रदक्षिणा करून परत येताना विमानासारखे अलगद उतरले आणि विशेष म्हणजे ते विमानाप्रमाणे परत उपयोगातही आणता येईल.

या आणि भविष्यातील अशा वाहनातून उपग्रह पाठवता येतील. तसेच यातून यंत्रणांचे काही भाग अवकाशात फिरत ठेवून इतर साधनसामुग्री नेण्यासाठी ते परत येऊ शकतील. भविष्यातील अभियंते अवकाशात जाऊन हे सुटे भाग व्यवस्थित जोडून ऊर्जा प्रकल्प, निरीक्षण केंद्रे, कारखाने इतकेच काय पण लोकांना राहण्यासाठी मोठाल्या वसाहतीदेखील बांधू शकतील.

कदाचित मनुष्यप्राण्यांच्या अवकाशातील साहसी जीवनाची ही केवळ सुरुवातच असेल.

■